



Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

Jakość powietrza w Polsce w roku 2015 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska



Praca wykonana na podstawie umowy nr 46/2015/F z dnia 3.11.2015r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na podstawie umowy nr 810/2014/Wn-50/MN-PO-CR/D z dnia 21.11.2014 r.

Warszawa 2016

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym (przez zespół w składzie: Jacek Iwanek, Dominik Kobus, Grażyna Mitosek, Renata Parvi), na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS).

*Przy cytowaniu danych należy podawać źródło danych:
Państwowy Monitoring Środowiska - Inspekcja Ochrony Środowiska*

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	1
2. Informacje ogólne na temat danych wykorzystanych w opracowaniu	3
3. Ocena zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach	5
3.1. Dwutlenek siarki.....	5
3.2. Dwutlenek azotu	12
3.3. Tlenek węgla	18
3.4. Benzen	23
3.5. Ozon	26
3.6. Pył PM10	34
3.7. Ołów	44
3.8. Arsen.....	47
3.9. Kadm	49
3.10. Nikiel	53
3.11. Benzo(a)piren	56
3.12. Pył PM2.5	60
4. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju	67
4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu	67
4.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2015 roku	67
4.3. Trendy zmian stężeń ozonu	83
4.4. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	86
4.5. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony roślin.....	94
5. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju.....	99
5.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM10	99
5.2. Informacje o stężeniach PM10 w 2015 roku	101
5.3. Zmiany stężeń PM10 w wieloleciu	113
5.4. Ocena stężeń pyłu PM10 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia....	116
5.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM10 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze	125
6. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 w skali kraju.....	129
6.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM2.5	129
6.2. Informacje o stężeniach PM2.5 w 2015 roku	131
6.3. Zmiany stężeń PM2.5 w wieloleciu	138
6.4. Ocena stężeń pyłu PM2.5 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia...	139

6.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM2.5 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze	143
7. Podsumowanie	146

1. Wstęp

W opracowaniu przedstawiono ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza w Polsce w 2015 roku na terenie aglomeracji i dużych miast oraz analizę zanieczyszczenia powietrza ozonem, pyłem PM10 i pyłem PM2.5 na obszarze całego kraju.

Informacje zawarte w pracy opracowano na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), przekazywanych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska (WIOŚ) do Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i zgromadzonych w krajowej bazie danych GIOŚ.

W ocenie odniesionej do aglomeracji i dużych miast uwzględniono:

- 12 aglomeracji o liczbie mieszkańców większej od 250 tysięcy,
- 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tysięcy nie będących aglomeracjami.

Zarówno aglomeracje, jak i rozważane w pracy miasta są strefami, w których dokonuje się rocznych ocen jakości powietrza (i klasyfikacji stref) wymaganych na mocy ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku – Prawo ochrony środowiska.

W ocenie dotyczącej aglomeracji i dużych miast uwzględniono: dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, tlenek węgla, benzen, ozon, pył PM10, ołów, arsen, kadm, nikiel i benzo(a)piren zawarte w pyłach PM10 oraz pył PM2.5. Są to zanieczyszczenia, dla których prawo polskie określa wartości normatywne stężeń w powietrzu: poziomy dopuszczalne, poziomy docelowe, poziom celu długoterminowego (dla ozonu), ustanowione w celu ochrony zdrowia ludzi.

W rozdziałach poświęconych ocenie jakości powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach pod kątem poszczególnych zanieczyszczeń przedstawiono informacje na temat stężeń zanieczyszczeń uzyskanych z pomiarów na terenie rozważanych miast w 2015 roku oraz przekroczeń stężeń normatywnych, obowiązujących w Polsce na mocy rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1031). Przedstawiono również trendy zmian stężeń zanieczyszczeń, obserwowane na wybranych stacjach znajdujących się na terenie aglomeracji, a także, dla części zanieczyszczeń, trendy zmian stężeń uśrednionych dla wszystkich stanowisk z rozważanych miast i aglomeracji.

Analizy i oceny odnoszące się do poszczególnych zanieczyszczeń prowadzono z uwzględnieniem tych aglomeracji i miast, dla których dostępne były odpowiednie dane pomiarowe, przynajmniej z jednego stanowiska pomiarów stężeń danej substancji.

Podobnie jak w poprzednich latach, w celu ułatwienia Czytelnikowi analizy danych prezentowanych w opracowaniu, w rozdziałach dotyczących poszczególnych zanieczyszczeń zamieszczono informacje na temat wartości normatywnych stężeń obowiązujących obecnie w Polsce i uwzględnionych w ocenie za 2015 r.

Omawiając zanieczyszczenie powietrza ozonem na obszarze Polski przedstawiono ogólne informacje na temat stężeń ozonu notowanych w kraju w 2015 roku, przeprowadzono

analizę stężeń w relacji do kryteriów dotyczących ochrony zdrowia, na terenie miast oraz na obszarach poza miastami, zwracając uwagę na przekroczenia wartości dopuszczalnych (poziom docelowy i poziomy cel długoterminowy), obowiązujących w Polsce i UE. Przedstawiono trendy zmian stężeń ozonu uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju.

Dla ozonu dokonano także oceny stężeń pod kątem kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin, na podstawie pomiarów prowadzonych na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich.

Oprócz pomiarów prowadzonych na stacjach monitoringu, dodatkowym źródłem informacji o stężeniach ozonu w Polsce były wyniki modelowania matematycznego stężeń tego zanieczyszczenia, przeprowadzonego na zlecenie GIOŚ.

W opracowaniu przedstawiono również analizę problemu zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 na terenie Polski. Omówiono ogólny stan zanieczyszczenia powietrza pyłem w Polsce w 2015 roku. Przedstawiono informacje na temat stężeń uzyskanych z pomiarów na terenie miast i poza miastami, nawiązując do obowiązujących norm. Podano także informacje na temat systemu pomiarów stężeń PM10, stanowiącego źródło danych wykorzystanych w raporcie.

W opracowaniu przedstawiono również informacje o stężeniach PM2.5 w 2015 roku. Przeprowadzono ocenę stężeń pyłu PM2.5 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia, z uwzględnieniem wszystkich stanowisk pomiarowych w kraju (z których dostępne były odpowiednie dane), zlokalizowanych w miastach (także małych) i poza miastami. Podano także informacje o systemie pomiarowym stężeń PM2.5 w Polsce, z którego dane wykorzystano w ocenie.

Na końcu opracowania przedstawiono podsumowanie zawartych w nim wyników oceny zanieczyszczenia powietrza w Polsce, opartych na badaniach prowadzonych w 2015 roku w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

2. Informacje ogólne na temat danych wykorzystanych w opracowaniu

Źródłem danych wykorzystanych w ocenach przedstawionych w niniejszym opracowaniu były wyniki pomiarów prowadzonych w 2015 roku oraz w latach poprzednich w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na stacjach monitoringu zanieczyszczenia powietrza na terenie całego kraju. Były to stacje należące głównie do wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska a także do instytutów naukowo-badawczych oraz innych jednostek organizacyjnych, funkcjonujące w ramach wojewódzkich systemów oceny jakości powietrza.

W pracy wykorzystano wyniki pomiarów stężeń prowadzonych z wykorzystaniem mierników automatycznych i metod manualnych.

Dokonując oceny zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach oraz w miastach o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., obejmującej substancje, dla których prawo krajowe określa wartości normatywne stężeń, wykorzystano wyniki pomiarów poszczególnych zanieczyszczeń ze stanowisk znajdujących się na terenie rozważanych aglomeracji i miast. Do ocen włączono wyniki ze wszystkich typów stanowisk pomiarowych, w tym określonych w bazie JPOAT jako stanowiska „komunikacyjne”.

Omawiając zanieczyszczenie powietrza ozonem w skali kraju, pod kątem kryteriów dotyczących ochrony zdrowia, uwzględniono wyniki pomiarów ze wszystkich stanowisk miejskich (w tym zlokalizowanych na terenie aglomeracji i rozważanych miast), podmiejskich oraz ze stanowisk zlokalizowanych poza miastami. W ocenie stężeń ozonu pod kątem kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin wykorzystano wyniki pomiarów prowadzonych na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich.

W ocenie dotyczącej zanieczyszczenia powietrza pyłem PM₁₀ i pyłem PM_{2.5} odniesionej do skali kraju, uwzględniono wyniki pomiarów ze wszystkich stanowisk miejskich (w tym znajdujących się w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców) oraz ze stanowisk zlokalizowanych poza miastami.

Przedstawiając i omawiając wyniki ocen zanieczyszczenia powietrza opartych na danych pomiarowych, każdorazowo podawano informacje na temat zbioru i liczby stanowisk wykorzystanych do oceny.

Ocena jakości powietrza na terenie aglomeracji i dużych miast za 2015 rok dotyczyła 12 istniejących w Polsce aglomeracji o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys. oraz 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys., nie wchodzących w skład aglomeracji. Rozważane w opracowaniu aglomeracje i miasta są równocześnie strefami, w których prowadzone są roczne oceny jakości powietrza, wykonywane na podstawie art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska.

Analizy i oceny odnoszące się do poszczególnych zanieczyszczeń prowadzono z uwzględnieniem tych aglomeracji i miast, dla których dostępne były odpowiednie dane pomiarowe dla rozważanych zanieczyszczeń – to znaczy na ich terenie prowadzone były pomiary stężeń danego zanieczyszczenia a wyniki pomiarów (roczna seria pomiarowa) spełniały wymagania warunkujące poprawne obliczanie odpowiednich parametrów

statystycznych. W przypadku braku odpowiednich danych z określonej aglomeracji lub dużego miasta, miasta te były pomijane w analizach dotyczących danego zanieczyszczenia.

Informacje zawarte w opracowaniu przygotowano w oparciu o serie wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ, przekazanych do krajowej bazy danych Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (bazy JPOAT2.0) przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska WIOŚ.

Wyniki zawarte w krajowej bazie danych, w postaci rocznych serii pomiarowych, podlegały dwustopniowej kontroli. Pierwszym stopniem była weryfikacja na poziomie poszczególnych województw, prowadzona przez WIOŚ. Drugim etapem był przegląd wyników na poziomie krajowym na zlecenie GIOŚ – w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

Serie zaakceptowane na obu poziomach poddawane są ocenie i selekcji pod kątem spełnienia określonych kryteriów. Przyjęte kryteria stanowią minimalne wymagania, których spełnienie pozwala na poprawne obliczanie parametrów statystycznych na podstawie pomierzonych stężeń i ich wykorzystanie do oceny jakości powietrza. W ocenach dotyczących roku 2015 przyjęto kryteria analogiczne do stosowanych w selekcji serii wykorzystanych na potrzeby oceny jakości powietrza w poprzednich latach (opisane w opracowaniu „Jakość powietrza w Polsce w roku 2010 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ”).

W odniesieniu do zanieczyszczeń, dla których określono dozwoloną liczbę przypadków przekroczeń poziomu dopuszczalnego/docelowego (stężeń krótkookresowych) w ciągu roku, poprawna ocena wystąpienia przekroczenia wartości normatywnych na podstawie wyników pomiarów wymaga więcej niż 90% wyników w serii rocznej. Podobnie jak w poprzednich latach, nie wszystkie serie pomiarowe uwzględnione w analizach dotyczących roku 2015 spełniały ten warunek. Z tego względu, w ocenie występowania przekroczeń norm stężeń krótkookresowych, w opracowaniu posługiwano się wartościami odpowiednich percentyli, obliczonych na podstawie serii pomiarowych danego zanieczyszczenia. Percentyle obliczano, jeśli serie spełniały przyjęte kryterium 75% kompletności wyników – w przeciwnym razie ich wartości nie były obliczane i nie były uwzględniane w analizach. Przekroczenie poziomu dopuszczalnego stężenia substancji przez wartość odpowiedniego percentyla (określonego w tabelach zawierających kryteria oceny jako parametr odpowiadający wartości normowanej) jest traktowane jako wystąpienie przekroczenia normy dotyczącej rozważanej substancji na danym stanowisku pomiarowym w roku.

W przypadku niektórych zanieczyszczeń prezentowano trendy z wielolecia na podstawie parametrów uśrednianych w kolejnych latach dla wszystkich stanowisk określonej kategorii (np. wszystkie stanowiska w miastach). Mając na uwadze fakt, że system pomiarowy w kolejnych latach ulegał zmianom, a na niektórych stanowiskach zdarzały się przerwy w pomiarach uniemożliwiające prawidłowe obliczenie określonych parametrów statystycznych z serii wyników pomiarów w danym roku, zestawy stanowisk, z których wyniki uwzględniane były w obliczeniach uśrednionego wskaźnika, mogły się zmieniać z roku na rok, co może do pewnego stopnia zaburzać uzyskane trendy stężeń. W miarę dalszej stabilizacji systemu

pomiarowego, wskaźnik ten, stosowany do trendów, będzie mniej narażony na wpływ zaburzających czynników opisanych powyżej.

3. Ocena zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach

3.1. Dwutlenek siarki

Kryteria oceny

Wartości dopuszczalnych poziomów (stężeń) dwutlenku siarki w powietrzu oraz dopuszczane częstotliwości ich przekraczania, obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, ustanowione w celu ochrony zdrowia, podano w tabeli 3.1-1.

Tabela 3.1-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom SO ₂ w powietrzu [µg/m ³]	Dopuszczana częstotliwość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
jedna godzina	350	24 razy	Percentyl S99.7
24 godziny	125	3 razy	Percentyl S99.18

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki za rok 2015 uwzględniono 12 aglomeracji oraz 18 dużych miast (o liczbie mieszkańców powyżej 100 tysięcy, nie będących aglomeracjami). W ocenie stężeń średnich dobowych SO₂ i stężeń 1-godzinnych wykorzystano wyniki pomiarów z 56 stanowisk pomiarów automatycznych.

Parametrem odpowiadającym wartości normatywnej określonej dla 24-godzinnych stężeń SO₂ jest percentyl S99.18¹. Jego wartości, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, wynosiły w 2015 roku od 7 µg/m³ do 68 µg/m³ (tab. 3.1-2).

¹ w przypadku pełnej serii wyników pomiarów 24-godz. stężeń SO₂ percentyl S99.18 przekracza wartość 125 µg/m³, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 3 przypadki przekroczeń wartości dopuszczalnej 125 µg/m³. Przekroczenie wartości 125 µg/m³ przez percentyl S99.18 z serii wyników stężeń dobowych SO₂ jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. we wspomnianym rozporządzeniu MŚ

Tabela 3.1-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń SO₂ prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja /miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Percentyl S99.18 ze stężeń 24-godz. SO ₂			Percentyl S99.7 ze stężeń 1-godz. SO ₂		
			Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	2	10	10	11	17	18	19
2	Aglomeracja Bydgoska	2	18	20	23	35	39	43
3	Aglomeracja Górnośląska	7	36	44	57	52	69	94
4	Aglomeracja Krakowska	2	20	21	22	40	41	42
5	Aglomeracja Lubelska	1	12	12	12	23	23	23
6	Aglomeracja Łódzka	4	16	22	27	37	44	50
7	Aglomeracja Poznańska	2	7	9	10	12	15	18
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	40	51	62	62	90	118
9	Aglomeracja Szczecińska	2	9	9	10	21	23	25
10	Aglomeracja Trójmiejska	8	7	13	20	17	32	49
11	Aglomeracja Warszawska	1	12	12	12	25	25	25
12	Aglomeracja Wrocławska	1	16	16	16	37	37	37
13	miasto Bielsko-Biała	1	38	38	38	58	58	58
14	miasto Częstochowa	2	47	48	48	73	75	77
15	miasto Elbląg	1	11	11	11	21	21	21
16	miasto Gorzów Wielkopolski	1	9	9	9	15	15	15
17	miasto Kalisz	1	24	24	24	50	50	50
18	miasto Kielce	1	26	26	26	38	38	38
19	miasto Koszalin	1	8	8	8	13	13	13
20	miasto Legnica	1	21	21	21	49	49	49
21	miasto Olsztyn	1	15	15	15	27	27	27
22	miasto Opole	1	21	21	21	34	34	34
23	miasto Płock	2	42	55	68	99	129	159
24	miasto Radom	1	18	18	18	34	34	34
25	miasto Rzeszów	1	14	14	14	24	24	24
26	miasto Tarnów	1	26	26	26	53	53	53
27	miasto Toruń	2	12	12	13	18	20	21
28	miasto Wałbrzych	1	19	19	19	35	35	35
29	miasto Włocławek	2	13	14	16	22	25	27
30	miasto Zielona Góra	1	17	17	17	23	23	23
	Polska	56	7	23.4	68	12	43.3	159

Objaśnienia do tabeli 3.1-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

W miastach lub aglomeracjach, w których liczba stanowisk była większa niż jedno, wartości uśrednione dla miasta mieściły się w granicach od $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W przypadku miast i aglomeracji, w których uwzględniono wyniki pomiarów z jednego stanowiska, wartości percentyla S99.18 wynosiły od $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Najniższe uśrednione wartości rozważanego percentyla uzyskano z pomiarów w Aglomeracji Poznańskiej. Najniższe wartości w miastach i aglomeracjach z jednym stanowiskiem uzyskano w Koszalinie (rys. 3.1-1).

Najwyższe wartości percentyla S99.18 ze stężeń 24-godzinnych uzyskano z pomiarów na stanowiskach znajdujących się w Płocku oraz w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (rys. 3.1-1).

Na żadnym z rozważanych w ocenie 55 stanowisk pomiarowych w 2015 roku nie została przekroczona normatywna wartość stężenia 24-godz. SO_2 (tab. 3.1-2). Najwyższe wartości percentyla S99.18 stanowiły ok. 54% wartości dopuszczalnej. W przypadku 55 z 56 stanowisk (98%) wartość rozważanego percentyla była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego.

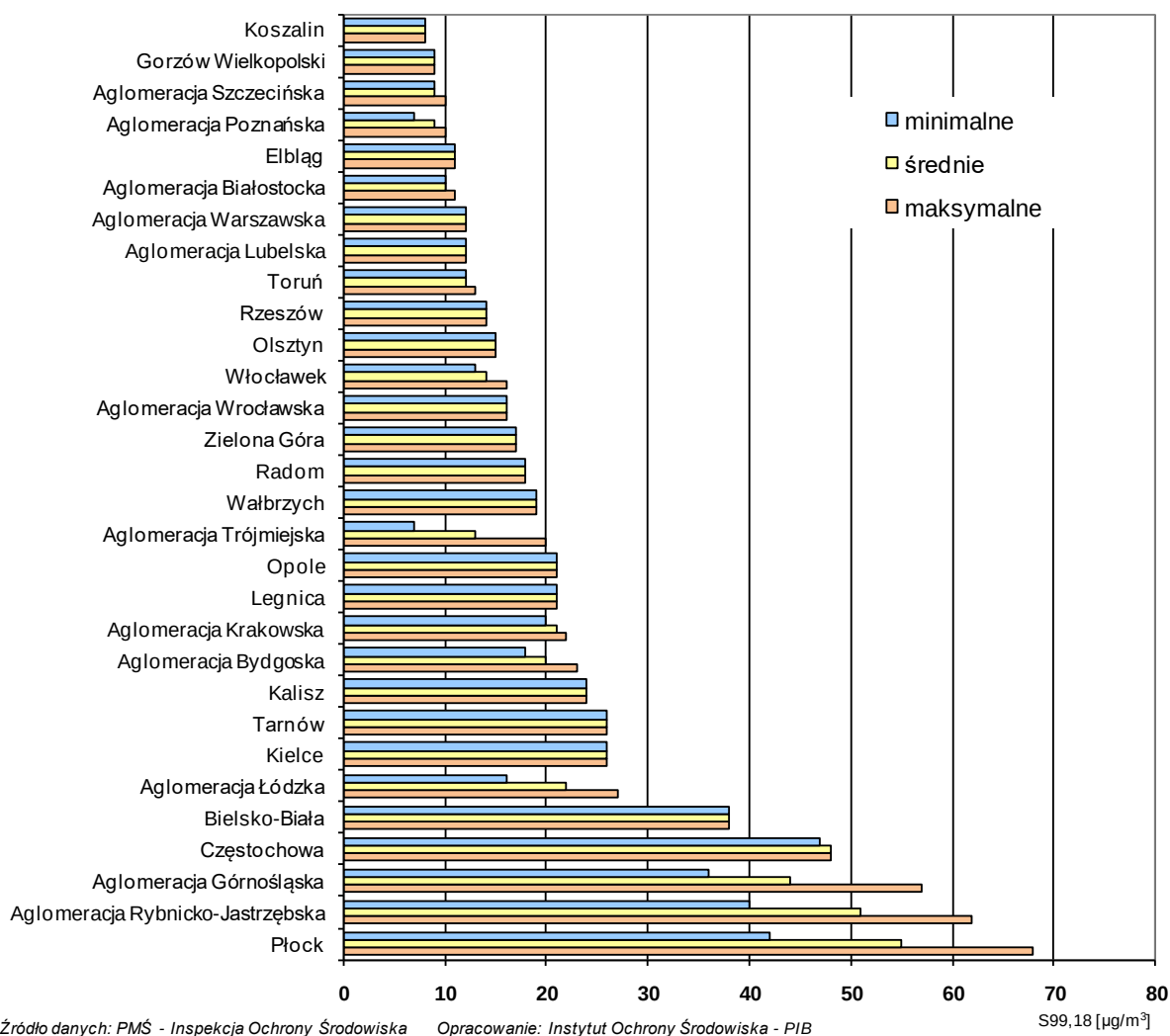
Wartości percentyla S99.7², odpowiadającego wartości normatywnej dla stężeń 1-godz. SO_2 , na terenie aglomeracji i dużych miast wynosiły w 2015 roku od $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $159 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Wartości uśrednione dla aglomeracji lub miast, w których w ocenie uwzględniono kilka stanowisk pomiarowych, wynosiły od $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $129 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 3.1-2, rys. 3.1-2). W aglomeracjach i miastach, w których do oceny można było wykorzystać dane z jednego stanowiska, wartości percentyla S99.7 mieściły się w granicach od $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Najniższe spośród średnich wartości rozważanego parametru uzyskano z pomiarów prowadzonych w Aglomeracji Poznańskiej. Spośród miast i aglomeracji, dla których uwzględniono wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najniższe wartości percentyla S99.7 uzyskano w Koszalinie.

Na stanowiskach z najwyższymi wartościami percentyla S99.7 ze stężeń 1-godz. SO_2 w poszczególnych aglomeracjach i miastach, jego wartości mieściły się w zakresie od 13 do $159 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości uzyskano z pomiarów na terenie Płocka.

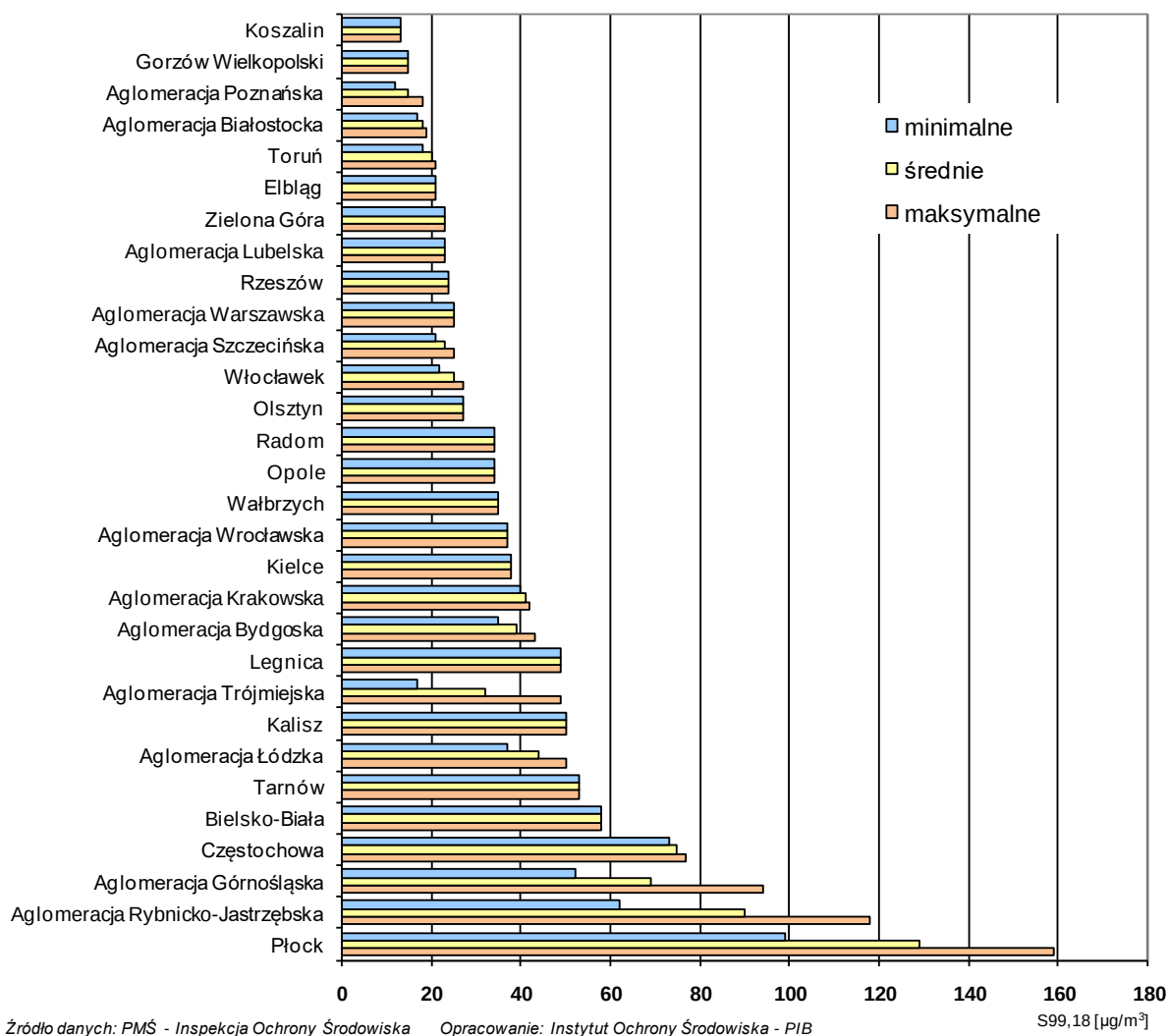
² w przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 1-godz. SO_2 , percentyl S99.7 przekracza wartość $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 24 przypadki przekroczeń poziomu dopuszczalnego $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Przekroczenie wartości $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S99.7 z serii wyników pomiarów stężeń 1-godz. SO_2 jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego określonego w rozporządzeniu MŚ dla stężeń 1-godzinnych.



Rys. 3.1-1. Wartości percentyla S99.18 ze stężeń 24-godzinnych SO₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Najwyższe wartości percentyla S99.7 na terenie rozważanych aglomeracji i miast nie przekraczały 46% wartości dopuszczalnej. Na 93 procentach stanowisk stężenia na poziomie percentyla 99.7 były niższe od 25% poziomu dopuszczalnego.

Średnie roczne stężenia SO₂ (dla których prawo krajowe i UE nie określa poziomu dopuszczalnego pod kątem ochrony zdrowia) na stanowiskach pomiarowych w rozważanych aglomeracjach i miastach w 2015 roku wynosiły od 2 do 16 µg/m³. Najwyższe wartości uzyskano z pomiarów na stanowiskach w Aglomeracji Górnośląskiej i Rybnicko-Jastrzębskiej, najniższe w Aglomeracji Trójmiejskiej, Szczecińskiej i Poznańskiej.



Rys. 3.1-2. Wartości percentyla S99.7 ze stężeń 1-godzinnych SO₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Trendy zmian stężeń dwutlenku siarki na wybranych stacjach w aglomeracjach

Średnie roczne stężenia SO₂ na wybranych stacjach, znajdujących się na terenie aglomeracji, wykazywały ogólną tendencję malejącą na większości stanowisk w latach 1993-2005. W roku 2006 nastąpił dość znaczący wzrost stężeń, w stosunku do obserwowanych w 2005, niemal na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w analizie trendów (rys. 3.1-3). Wzrost ten był wynikiem występowania niekorzystnych warunków meteorologicznych w okresie zimowym, sprzyjających zwiększonej emisji dwutlenku siarki z procesów spalania paliw w celach grzewczych (duże spadki temperatury powietrza) i kumulowaniu się zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery (utrzymująca się stagnacja powietrza w warunkach wyżowych).

W roku 2007, przede wszystkim w wyniku korzystniejszej sytuacji meteorologicznej, na wszystkich rozważanych stanowiskach stężenia średnie roczne SO₂ spadły w porównaniu

do roku poprzedniego. W przypadku dwóch stacji zlokalizowanych w Aglomeracji Górnośląskiej (w Zabrze i w Katowicach) spadek ten był znaczący.

W 2008 roku na sześciu stanowiskach, spośród dziesięciu, dla których dostępne były również dane z roku poprzedniego, nastąpił nieznaczny spadek stężenia średniego rocznego dwutlenku siarki. Na czterech stanowiskach nastąpił wzrost w porównaniu do poprzedniego roku. Tutaj również różnice były nieznaczne.

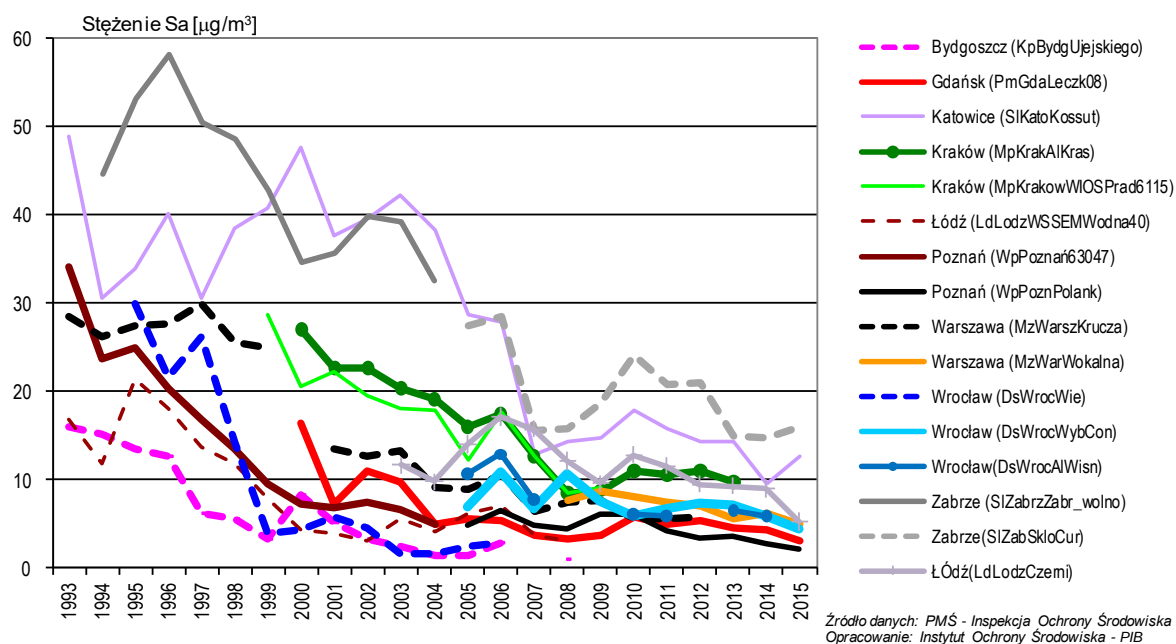
W 2009 r. na ośmiu z dziesięciu stanowisk wystąpił wzrost stężeń średnich rocznych SO_2 , w większości przypadków niewielki.

Stężenia SO_2 w roku 2010 na sześciu z dziewięciu stanowisk były wyższe niż w 2009 r. Wzrost stężeń średnich rocznych SO_2 w roku 2010 wiązał się z niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi w okresie zimowym (podobnie jak miało to miejsce w roku 2006). W styczniu i grudniu 2010 przez wiele dni utrzymywała się bardzo niska temperatura powietrza. W klasyfikacji termicznej wg H. Lorenc (źródło: IMGW), miesiące te zaliczono do kategorii „bardzo mroźny” i „anomalnie mroźny”.

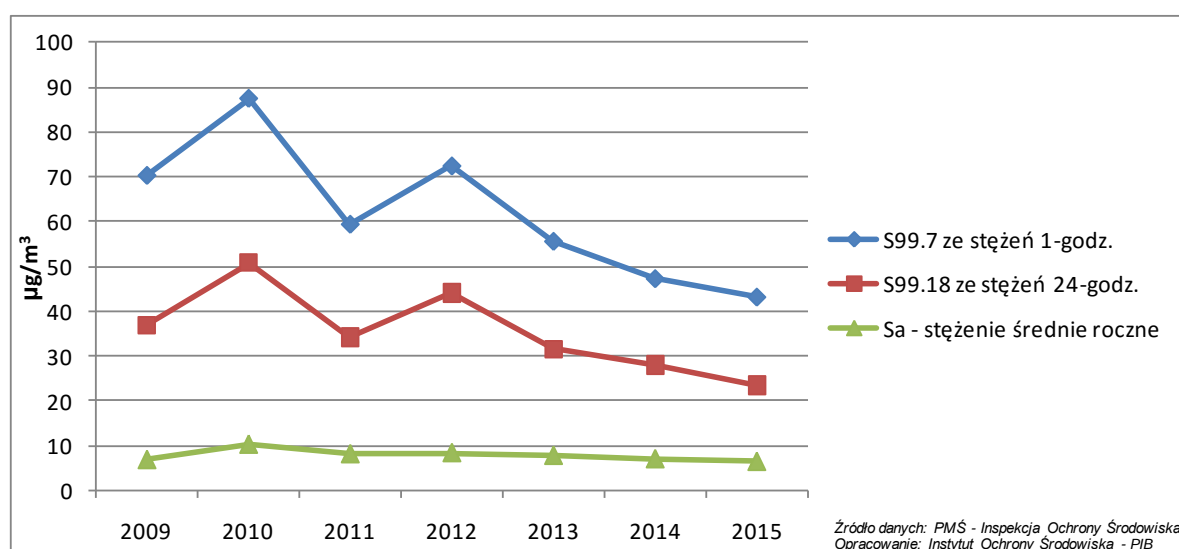
W roku 2011 nastąpiło zmniejszenie stężeń SO_2 w porównaniu z 2010, niemal na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w analizie, natomiast w 2012 na czterech z dziewięciu stanowisk nastąpił spadek stężeń, na pięciu niewielki wzrost. W latach 2013 i 2014 na siedmiu z ośmiu stanowisk nastąpił spadek stężeń, a stężenia w 2015 r. na 5 z 7 stanowisk stanowiskach uwzględnionych na wykresie były mniejsze niż w 2014.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk, uwzględnionych w analizach, wartości odpowiednich parametrów dla lat 2009-2012 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniały się w zakresie $\pm 20\%$ w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (rys. 3.1-4). Najwyższe stężenia wystąpiły w 2010 r. Stężenia w 2012 r. były wyższe od stężeń z roku poprzedniego i zbliżone do wartości średnich dla czterolecia. W latach 2013 - 2015 miał miejsce coroczny spadek wszystkich uśrednionych wskaźników. W rezultacie wskaźniki dla 2015 r. były najniższe spośród prezentowanych na wykresie dla siedmioletnia 2009-2015.

Obserwowane w ostatnich latach zmiany stężeń SO_2 na terenie rozważanych miast i aglomeracji, ich czasowe spadki lub wzrosty, są w znacznej części wynikiem zmienności warunków meteorologicznych w kolejnych latach.



Rys. 3.1-3. Stężenie średnie roczne dwutlenku siarki w latach 1993-2015 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce



Rys. 3.1-4. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (znajdujących się na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne, percentyl 99.18 ze stężeń dobowych i percentyl 99.7 ze stężeń 1-godz. dla dwutlenku siarki (SO_2) w latach 2009-2015

3.2. Dwutlenek azotu

Kryteria oceny

Wartościami kryterialnymi w ocenie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu są dopuszczalne poziomy (stężenia) dwutlenku azotu w powietrzu wraz z dozwolonymi częstościami ich przekraczania, ustanowione w celu ochrony zdrowia. Wartości obowiązujące w Polsce, określone w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, przedstawiono w tabeli 3.2-1.

Tabela 3.2-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężenia	Dopuszczalny poziom NO ₂ w powietrzu [µg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
jedna godzina	200	18 razy	Percentyl S99.8
rok kalendarzowy	40	Nie dotyczy	Sa

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem azotu w aglomeracjach i w dużych miastach

Ocena zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu została przeprowadzona z uwzględnieniem stężeń średnich rocznych oraz 1-godzinnych, dla których ustanowiono poziomy dopuszczalne.

W ocenie stężeń średnich rocznych i 1-godz. NO₂ w 2015 r. wykorzystano wyniki pomiarów prowadzonych na 63 stanowiskach, zlokalizowanych w 12 aglomeracjach i 18 dużych miastach (o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys.).

Wartości stężeń średnich rocznych NO₂ uzyskane z pomiarów w rozważanych aglomeracjach i miastach mieściły się w granicach od 8 µg/m³ do 63 µg/m³ (tab. 3.2-2). Stężenia uśrednione w skali aglomeracji lub miasta, w których w ocenie wykorzystano pomiary prowadzone na więcej niż jednym stanowisku, wynosiły od 12 µg/m³ do 41 µg/m³. W aglomeracjach lub miastach, w których uwzględniono pojedyncze stanowiska, średnie roczne stężenia NO₂ na tych stanowiskach wynosiły od 11 µg/m³ do 25 µg/m³.

Najniższe wartości stężeń średnich rocznych NO₂, uśrednionych w skali miasta, uzyskano w Aglomeracji Białostockiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najniższe wartości Sa uzyskano w Kaliszu (rys. 3.2-1).

Stężenia średnie roczne na stanowiskach, gdzie ich wartości były najwyższe w danej aglomeracji lub mieście, mieściły się w granicach od 11 µg/m³ do 63 µg/m³. Najwyższe stężenia Sa uzyskano na stanowisku komunikacyjnym w Aglomeracji Krakowskiej (63 µg/m³), znajdującym się w strefie bezpośredniego oddziaływania emisji związanej z ruchem drogowym. Stężenia średnie roczne NO₂ na tym i dodatkowych 4 stanowiskach komunikacyjnych były wyższe od poziomu dopuszczalnego, wynoszącego 40 µg/m³.

Na pozostałych 58 stanowiskach w aglomeracjach i w dużych miastach stężenia średnie roczne były niższe od poziomu dopuszczalnego. Na 37% stanowisk uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne NO₂ nie przekraczały połowy poziomu dopuszczalnego.

Tabela 3.2-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń NO₂ prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Agglomeracja /miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Stężenie średnie roczne NO ₂				Percentyl S99.8 ze stężeń 1-godz. NO ₂			
			Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Agglomeracja Białostocka	2		9	12.0	15		50	69.2	88
2	Agglomeracja Bydgoska	2		21	25.1	29		79	90.5	102
3	Agglomeracja Górnośląska	7	1	23	30.8	58		85	107.8	164
4	Agglomeracja Krakowska	3	1	28	41.0	63		96	127.3	158
5	Agglomeracja Lubelska	1		23	23	23		117	117	117
6	Agglomeracja Łódzka	6		19	23.6	30		75	98.4	121
7	Agglomeracja Poznańska	2		24	24.4	25		109	120.8	133
8	Agglomeracja Rybnicko- Jastrzębska	1		22	22	22		89	89	89
9	Agglomeracja Szczecińska	2		15	21.7	29		76	86.8	98
10	Agglomeracja Trójmiejska	8		12	15.8	22		63	78.0	97
11	Agglomeracja Warszawska	4	2	24	38.5	59		115	140.5	185
12	Agglomeracja Wrocławska	3	1	17	31.9	54		66	107.9	162
13	Bielsko-Biała	1		20	20	20		98	98	98
14	Częstochowa	2		19	28.7	39		86	105.2	124
15	Elbląg	1		14	14	14		61	61	61
16	Gorzów Wielkopolski	1		20	20	20		93	93	93
17	Kalisz	1		11	11	11		54	54	54
18	Kielce	1		25	25	25		117	117	117
19	Koszalin	1		25	25	25		96	96	96
20	Legnica	1		21	21	21		90	90	90
21	Olsztyn	1		14	14	14		74	74	74
22	Opole	1		21	21	21		83	83	83
23	Płock	2		16	16.5	17		93	95.7	98
24	Radom	1		20	20	20		92	92	92
25	Rzeszów	1		19	19	19		96	96	96
26	Tarnów	1		22	22	22		98	98	98
27	Toruń	2		14	18.2	22		99	102.4	105
28	Wałbrzych	1		15	15	15		75	75	75
29	Włocławek	2		8	17.6	27		37	72.3	108

Lp.	Agglomeracja /miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Stężenie średnie roczne NO ₂				Percentyl S99.8 ze stężeń 1-godz. NO ₂			
			Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
30	Zielona Góra	1		18	18	18		95	95	95
	Razem	63	5	8	23.7	63	0	37	97.7	185

Objaśnienia do tabeli 3.2-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

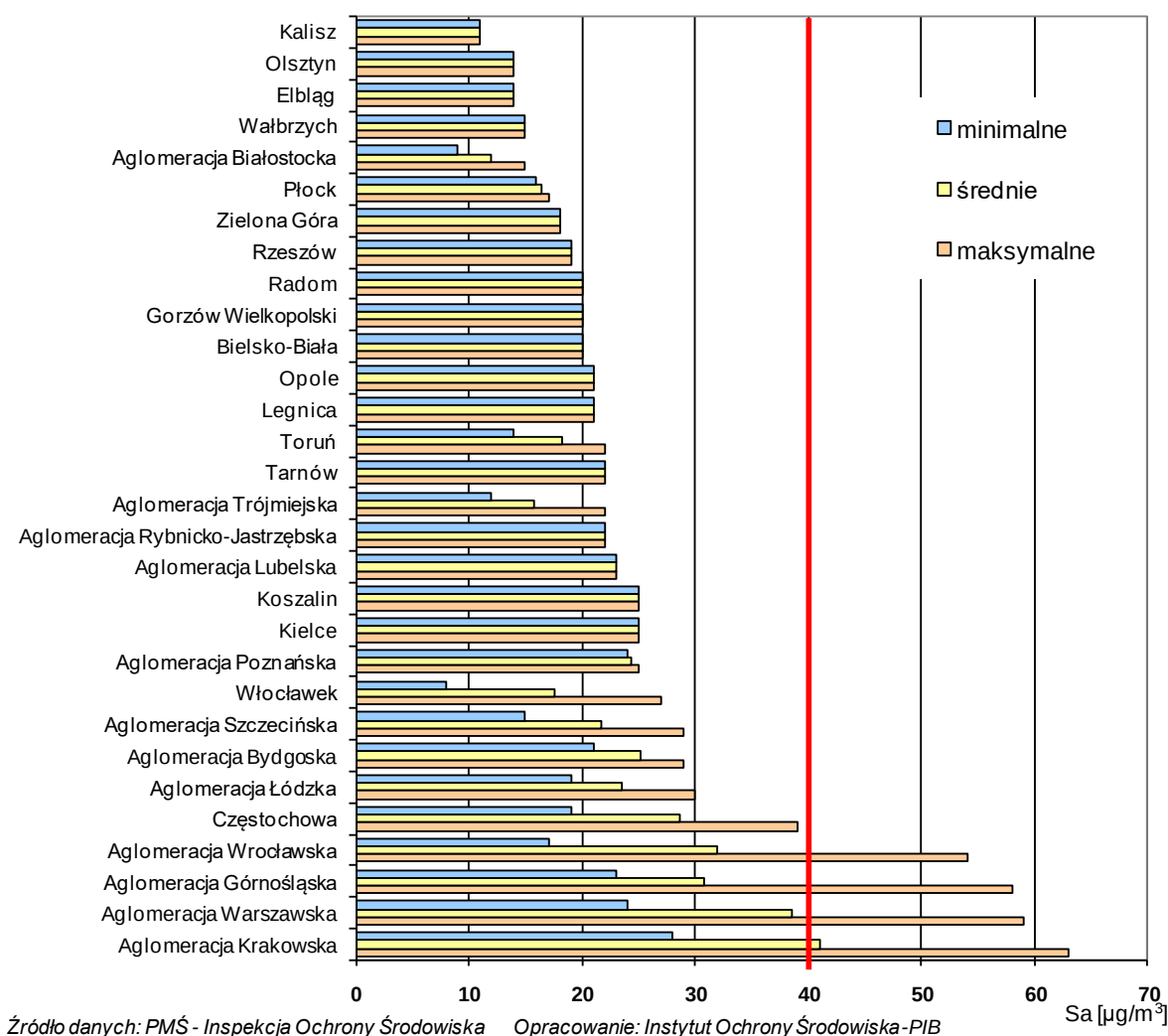
³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

Wartości percentyla S99.8³⁾, odpowiadającego wartości normatywnej określonej dla stężeń 1-godzinnych NO₂, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, wynosiły w 2015 roku od 37 µg/m³ do 185 µg/m³ (tab. 3.2-2).

W aglomeracjach lub miastach, w których znajdowało się kilka stanowisk pomiarowych, uśrednione wartości percentyla wynosiły od 69 µg/m³ do 141 µg/m³ (tab. 3.2-2). W aglomeracjach i miastach, dla których w ocenie uwzględniono jedno stanowisko pomiarowe stężeń NO₂, wartości rozważanego percentyla wynosiły od 54 µg/m³ do 117 µg/m³.

Najniższe wartości percentyla S99.8, spośród uśrednionych w skali miast z kilkoma stanowiskami, uzyskano w Aglomeracji Białostockiej. W miastach i aglomeracjach, w których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najniższe wartości S99.8 odnotowano w Kaliszu i Elblągu (rys. 3.2-2).

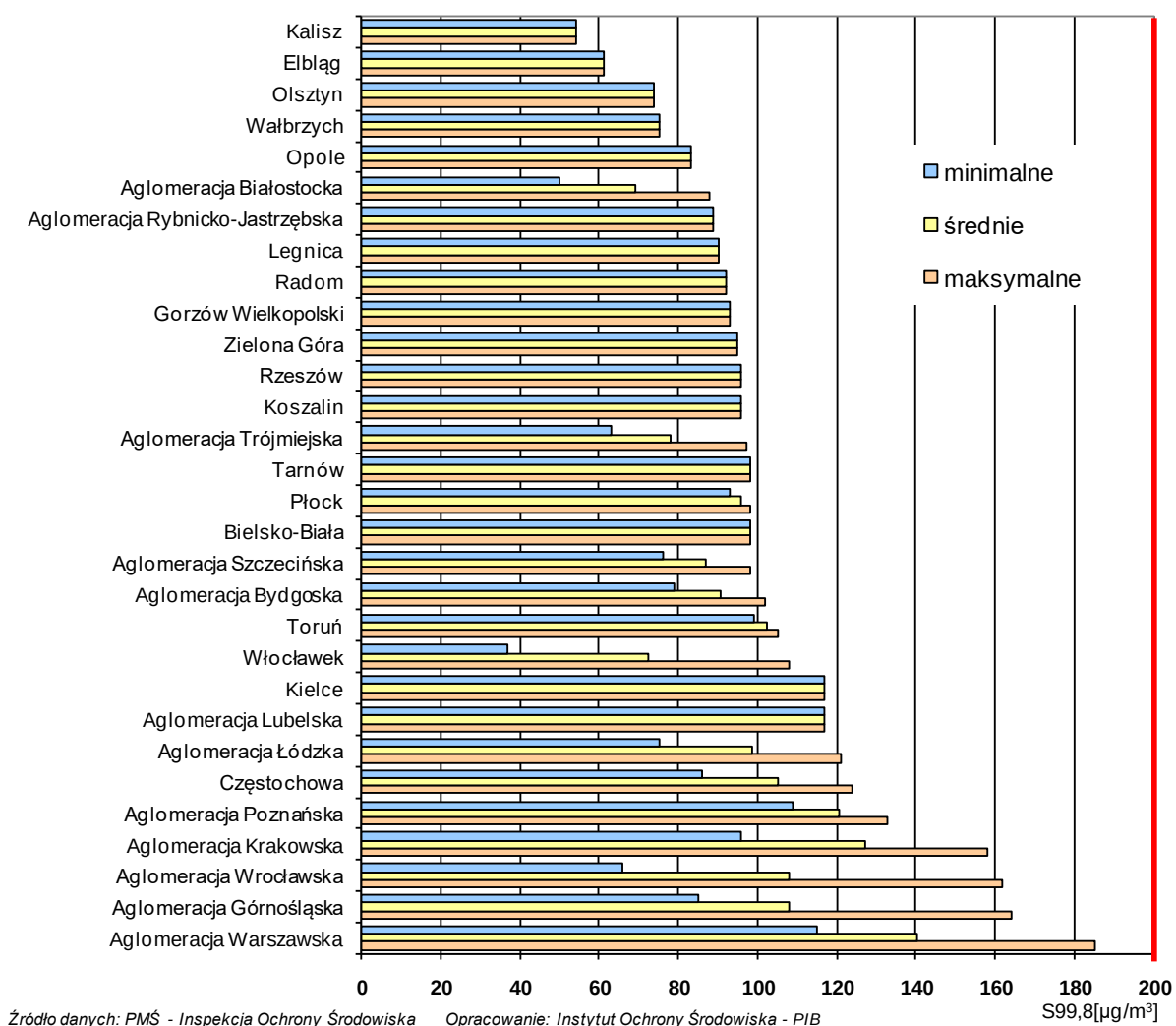
³⁾ w przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 1-godz. NO₂, wartość percentyla S99.8 przekracza 200 µg/m³, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 18 przypadków przekroczeń poziomu dopuszczalnego 200 µg/m³. Przekroczenie wartości 200 µg/m³ przez percentyl S99.8 z serii wyników stężeń 1-godz. NO₂ jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego dla stężeń 1-godz., określonego w rozporządzeniu MŚ



Rys. 3.2-1. Średnie roczne stężenia NO₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Najwyższe wartości percentyla S99.8 ze stężeń 1-godz. NO₂ uzyskane w 2015 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie tego parametru na terenie rozważanych aglomeracji i miast zawierały się w granicach od 54 µg/m³ do 185 µg/m³. Percentyl S99.8 osiągnął najwyższą wartość na stacji komunikacyjnej w Aglomeracji Warszawskiej (185 µg/m³). Poziom 150 µg/m³ przekroczony został też na dodatkowych 3 stanowiskach: w Aglomeracji Górnośląskiej, Wrocławskiej i Krakowskiej – w każdym przypadku na stanowisku komunikacyjnym.

Na żadnym spośród 63 stanowisk uwzględnionych w ocenie, w 2015 roku wartość percentyla S99.8 dla stężeń 1-godzinnych dwutlenku azotu nie przekroczyła poziomu dopuszczalnego (200 µg/m³). Na 67 procentach stanowisk wartość S99.8 nie przekraczała połowy poziomu dopuszczalnego.



Rys. 3.2-2. Wartości percentyla S99.8 ze stężeń 1-godzinnych NO₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Trendy zmian stężeń dwutlenku azotu na wybranych stacjach w aglomeracjach

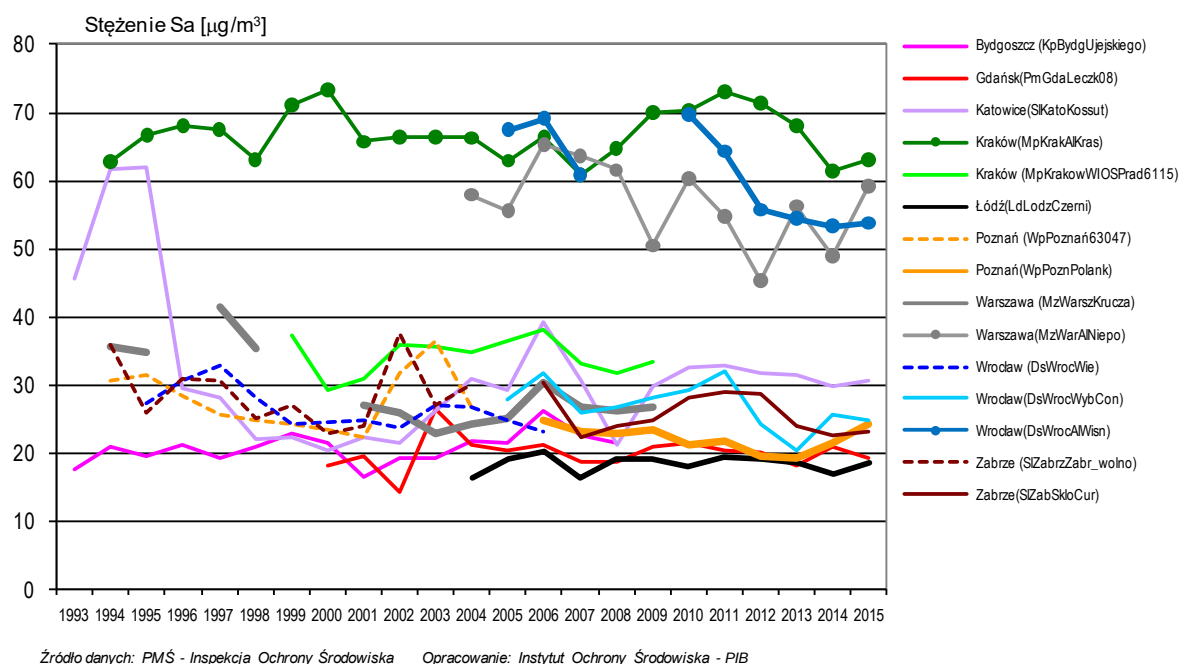
W latach 1993-2015 stężenia średnie roczne NO₂ na większości stanowisk tła miejskiego uwzględnionych w analizie trendów (rys. 3.2-3) zawierały się w granicach 20-40 µg/m³. Ich wartości ulegały zmianom w poszczególnych latach, jednak bez określonych tendencji (rosnącej lub malejącej) w dłuższym okresie, wspólnych dla większości stacji.

Stężenia średnie roczne na stacjach komunikacyjnych uwzględnionych w analizie zmieniały się w zakresie od 45 do 75 µg/m³. Są one zatem około dwukrotnie wyższe niż na pozostałych analizowanych stanowiskach tła miejskiego.

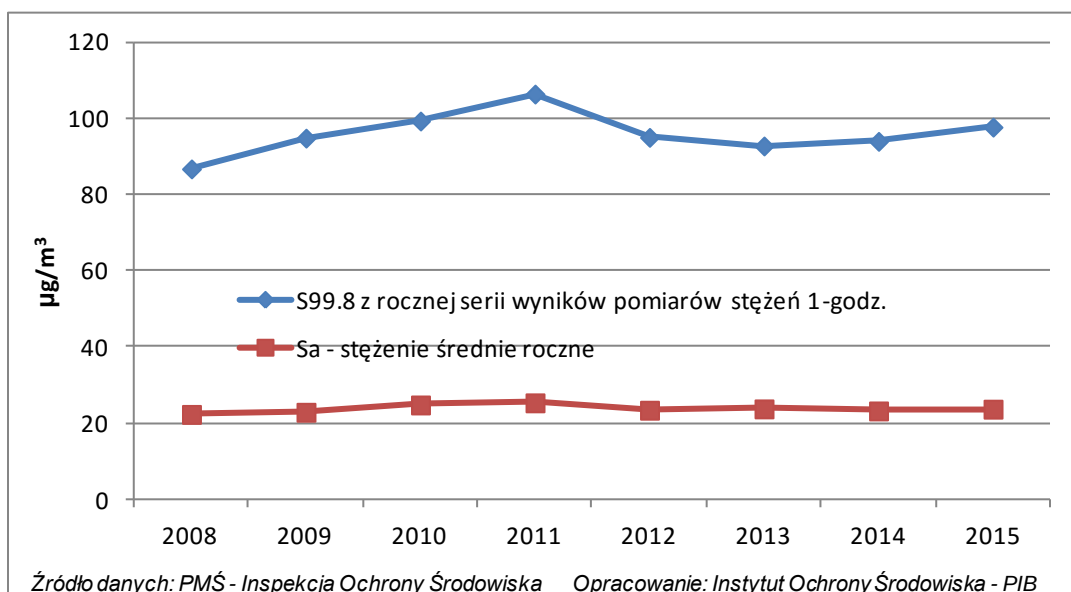
W 2006 roku można było zaobserwować widoczny wzrost stężeń na większości rozważanych stanowisk, w tym również na stanowiskach komunikacyjnych. Jego przyczyną były niekorzystne warunki meteorologiczne w okresie zimowym (duże spadki temperatury powietrza, długo utrzymujące się inwersje hamujące rozpraszanie zanieczyszczeń w atmosferze).

W latach 2012 - 2014 wystąpił znaczący spadek stężeń na dwóch z trzech stanowisk komunikacyjnych uwzględnionych na rysunku. W przypadku innych stanowisk nie występują tak wyraźne, utrzymujące się przez kilka lat tendencje zmian stężeń Sa NO_2 . W 2015 r. na 7 z 9 stanowisk zanotowano wzrost stężeń w porównaniu z rokiem poprzednim.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk, uwzględnionych w analizach, wartości odpowiednich parametrów dla lat 2008-2012 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniały się w zakresie od -9% do +11% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (rys. 3.2-4). W latach 2008-2011 stężenia rosły. Od 2012 r. stężenia były niższe od stężeń z 2011 r. i zbliżone do wartości średnich dla ośmiolecia. W 2015 r. uśrednione stężenia NO_2 były o 2-3% wyższe niż rok wcześniej.



Rys. 3.2-3. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu w latach 1993-2015 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



Rys. 3.2-4. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne i percentyl 99.8 ze stężeń 1-godz. dla dwutlenku azotu (NO₂) w latach 2008-2015

3.3. Tlenek węgla

Kryteria oceny

Wartością kryterialną w ocenie zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla jest dopuszczalny poziom (stężenie) tlenku węgla w powietrzu, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, określony w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (tabela 3.3-1).

Tabela 3.3-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom CO w powietrzu [mg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
8 godzin*	10	nie dotyczy (określana jest wartość max)	S8max

* - stężenie 8-godz., max wartość średnia krocząca obliczana ze stężeń 1-godz.

Zanieczyszczenie powietrza tlenkiem węgla w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla za 2015 rok uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 49 stanowiskach w 12 aglomeracjach i w 16 miastach o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys.

Wartości normowanego stężenia maksymalnego 8-godz. CO na terenie rozważanych aglomeracji i miast zawierały się w granicach od 1.23 mg/m³ do 6.08 mg/m³ (tab. 3.3-2, rys. 3.3-1).

W aglomeracjach i miastach, w których w ocenie wykorzystano pomiary stężeń tlenku węgla prowadzone na więcej niż jednym stanowisku, uśrednione wartości S8max mieściły się w granicach od 2.06 mg/m³ w Aglomeracji Trójmiejskiej do 4.64 mg/m³ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej. W aglomeracjach i miastach, gdzie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, wartości stężenia maksymalnego 8-godz. wynosiły od 1.23 mg/m³ w Kaliszu do 4.72 mg/m³ w Kielcach (rys. 3.3-1).

Na żadnym stanowisku w rozważanych aglomeracjach i miastach stężenia tlenku węgla w 2015 roku nie przekroczyły poziomu dopuszczalnego. Na 96% stanowisk, maksymalne stężenie 8-godz. było niższe od 50% poziomu dopuszczalnego.

Tabela 3.3-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń CO prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja/miasto Województwo	Liczba stanowisk ⁽²⁾	Maksimum roczne ze stężeń 8-godz. krocących			Percentyl S98 ⁽¹⁾ z dobowych maksimów stężeń 8-godz. krocących.		
			Wartość minimalna ⁽³⁾	Wartość średnia ⁽³⁾	Wartość maksymalna ⁽³⁾	Wartość minimalna ⁽³⁾	Wartość średnia ⁽³⁾	Wartość maksymalna ⁽³⁾
			[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	2.78	2.78	2.78	1.53	1.53	1.53
2	Aglomeracja Bydgoska	2	2.74	3.157	3.57	1.98	2.081	2.18
3	Aglomeracja Górnośląska	3	2.80	3.684	5.11	1.54	2.241	3.30
4	Aglomeracja Krakowska	2	2.99	3.182	3.37	2.51	2.703	2.90
5	Aglomeracja Lubelska	1	3.54	3.54	3.54	2.58	2.58	2.58
6	Aglomeracja Łódzka	5	1.95	3.251	4.07	1.04	1.933	2.47
7	Aglomeracja Poznańska	2	2.26	2.285	2.31	1.59	1.623	1.66
8	Aglomeracja Rybnicko- Jastrzębska	2	3.19	4.635	6.08	1.82	2.503	3.19
9	Aglomeracja Szczecińska	1	2.38	2.38	2.38	1.34	1.34	1.34
10	Aglomeracja Trójmiejska	6	1.45	2.060	2.96	0.93	1.207	1.62
11	Aglomeracja Warszawska	3	1.94	2.373	3.02	1.58	1.690	1.81
12	Aglomeracja Wrocławska	2	3.02	3.747	4.47	1.81	1.992	2.18
13	Bielsko-Biała	1	2.87	2.87	2.87	2.44	2.44	2.44
14	Częstochowa	2	3.64	4.465	5.29	1.94	2.531	3.12

Lp.	Aglomeracja/miasto Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Maksimum roczne ze stężeń 8-godz. krocących			Percentyl S98 ¹⁾ z dobowych maksimów stężeń 8-godz. krocących.		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]
15	Elbląg	1	1.29	1.29	1.29	1.02	1.02	1.02
16	Gorzów Wielkopolski	1	2.15	2.15	2.15	1.59	1.59	1.59
17	Kalisz	1	1.23	1.23	1.23	1.04	1.04	1.04
18	Kielce	1	4.72	4.72	4.72	2.57	2.57	2.57
19	Legnica	1	4.21	4.21	4.21	2.53	2.53	2.53
20	Olsztyn	1	1.65	1.65	1.65	0.95	0.95	0.95
21	Płock	2	1.81	2.246	2.69	1.16	1.192	1.23
22	Radom	1	2.32	2.32	2.32	1.82	1.82	1.82
23	Rzeszów	1	3.12	3.12	3.12	2.05	2.05	2.05
24	Tarnów	1	2.41	2.41	2.41	1.58	1.58	1.58
25	Toruń	1	2.71	2.71	2.71	1.39	1.39	1.39
26	Wałbrzych	1	2.55	2.55	2.55	1.79	1.79	1.79
27	Włocławek	2	2.15	2.643	3.14	1.48	1.876	2.27
28	Zielona Góra	1	1.89	1.89	1.89	1.07	1.07	1.07
Razem		49	1.23	2.883	6.08	0.93	1.816	3.30

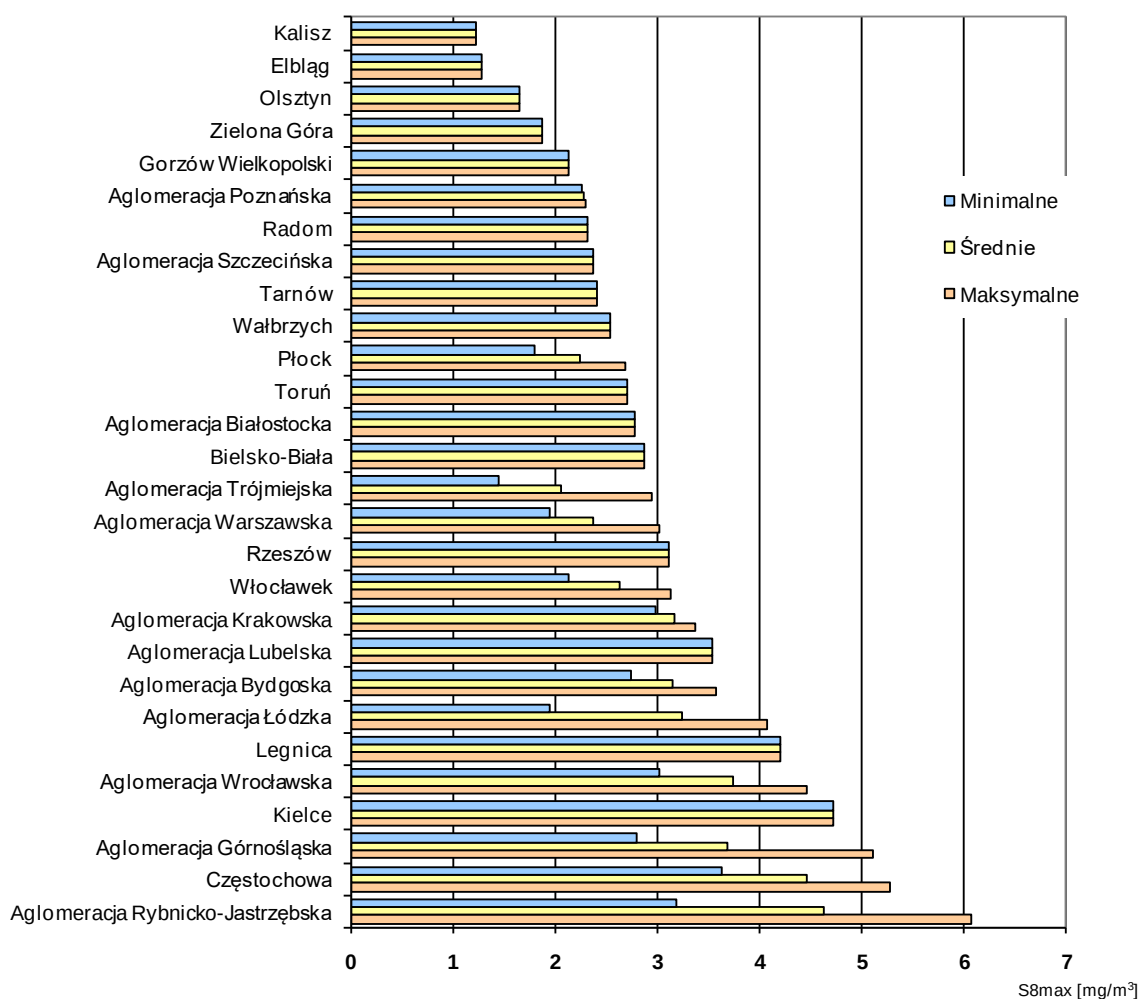
Objaśnienia do tabeli 3.3-2:

¹⁾ parametr nienormowany

²⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

Na podstawie serii pomiarowych stężeń CO ze stanowisk uwzględnionych w ocenie, obliczono wartości nienormowanego percentyla S98 z dobowych maksimów stężeń 8-godz. krocących (tab. 3.3-2). Jest to parametr określający poziom stężeń 8-godz., które nie są przekraczane przez 98% dni objętych pomiarami stężeń CO. Pomimo braku wartości normatywnej dla tego parametru, jest on dobrym wskaźnikiem poziomu stężeń zanieczyszczenia, mniej narażonym na krótkotrwale wahania stężeń niż wartość maksymalna.



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3.3-1. Stężenia maksymalne 8-godz. tlenku węgla uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 10 mg/m³)

Najwyższe wartości percentyla S98 w aglomeracjach oraz w dużych miastach, uzyskane z pomiarów w 2015 roku, wynosiły od 0.95 mg/m³ w Olsztynie do 3.29 mg/m³ w Aglomeracji Górnośląskiej.

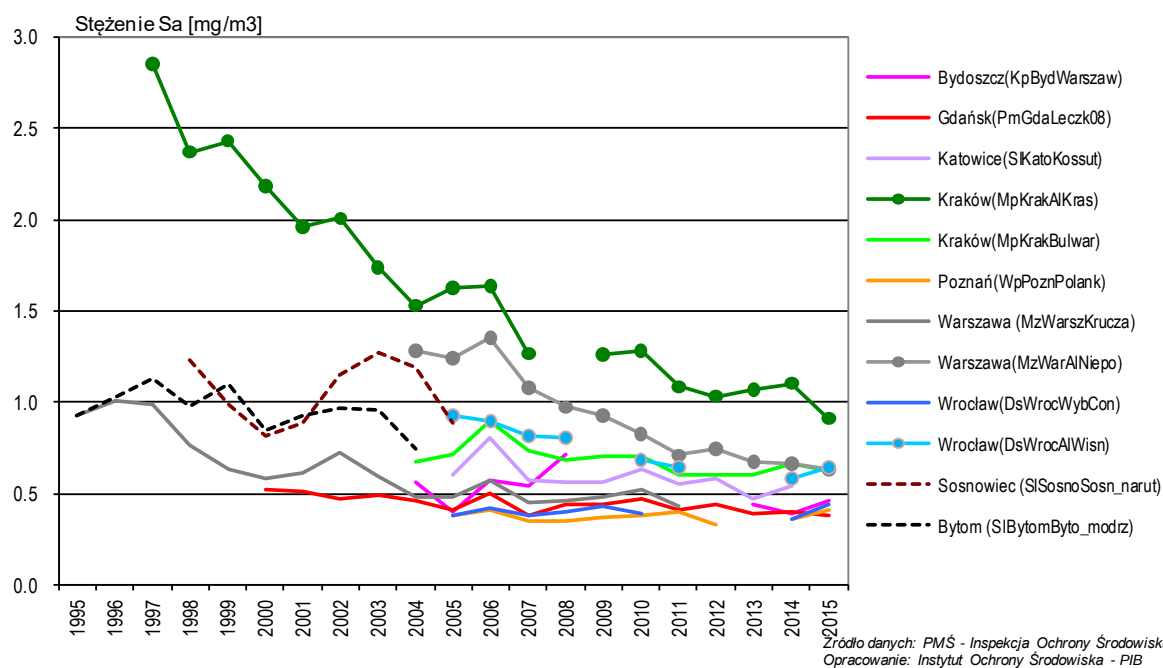
Trendy zmian stężeń tlenku węgla na wybranych stacjach w aglomeracjach

Średnie roczne stężenia tlenku węgla uzyskane z pomiarów na wybranych stacjach tła miejskiego zlokalizowanych na terenie aglomeracji utrzymują się od kilkunastu lat na zbliżonym poziomie, przy zauważalnej niewielkiej tendencji spadkowej. Wyraźny trend spadkowy stężeń średnich rocznych CO daje się zauważyć w przypadku stanowisk komunikacyjnych w Krakowie, Warszawie i Wrocławiu.

W roku 2006, niemal na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w analizie nastąpił wzrost stężenia średniego rocznego w porównaniu z rokiem poprzednim. Podobnie jak w przypadku innych zanieczyszczeń pochodzących, między innymi, ze spalania paliw, wzrost

ten wynikał ze szczególnie niekorzystnych warunków meteorologicznych panujących w okresie zimowym 2006 roku.

W 2007 roku na większości rozważanych stanowisk tła miejskiego stężenie średnie roczne CO obniżyło się do poziomów obserwowanych przed 2006 rokiem. Na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie i Warszawie spadek stężeń był większy niż na stanowiskach tła miejskiego, a tendencja spadkowa utrzymała się i w latach następnych, chociaż na stanowisku w Krakowie w latach 2012-2014 stężenia lekko wzrastały, natomiast w 2015 r. wystąpił wyraźny spadek stężeń do wartości najniższej notowanej kiedykolwiek na tej stacji. W latach 2007-2015 stężenia średnie roczne CO na stanowiskach tła miejskiego zmieniały się w niewielkim zakresie z roku na rok bez stałej tendencji spadku lub wzrostu.



Rys. 3.3-2. Stężenie średnie roczne tlenku węgla w latach 1995-2015 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)

3.4. Benzen

Kryteria oceny

Dopuszczalny poziom (stężenie) benzenu w powietrzu, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.4-1.

Tabela 3.4-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza benzenem - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom C ₆ H ₆ w powietrzu [µg/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	5	Sa

Zanieczyszczenie powietrza benzenem w aglomeracjach i w dużych miastach

Ocenę zanieczyszczenia powietrza benzenem w 2015 roku przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów, manualnych i automatycznych, z 27 stanowisk, zlokalizowanych w 12 aglomeracjach i 11 dużych miastach (o liczbie ludności większej od 100 tys.). W 20 z 23 rozważanych aglomeracji i miast do oceny wykorzystano tylko jedno stanowisko pomiarów stężeń benzenu.

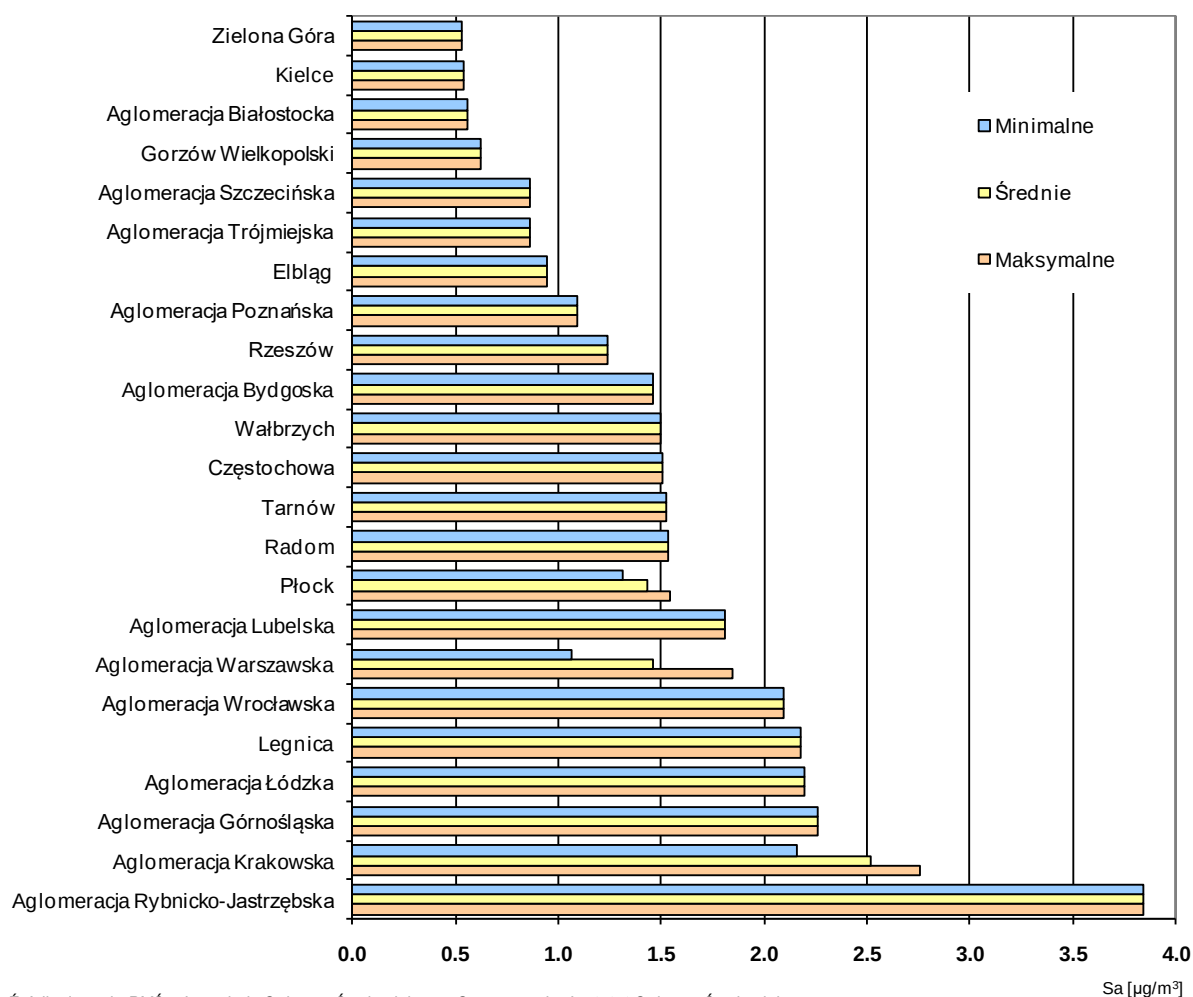
Tabela 3.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie manualnych i automatycznych pomiarów stężeń benzenu, prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne C ₆ H ₆			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	0.6	0.6	0.6
2	Aglomeracja Bydgoska	1	1.5	1.5	1.5
3	Aglomeracja Górnośląska	1	2.3	2.3	2.3
4	Aglomeracja Krakowska	3	2.2	2.52	2.8
5	Aglomeracja Lubelska	1	1.8	1.8	1.8
6	Aglomeracja Łódzka	1	2.2	2.2	2.2
7	Aglomeracja Poznańska	1	1.1	1.1	1.1
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	3.8	3.8	3.8
9	Aglomeracja Szczecińska	1	0.9	0.9	0.9
10	Aglomeracja Trójmiejska	1	0.9	0.9	0.9
11	Aglomeracja Warszawska	2	1.1	1.46	1.8
12	Aglomeracja Wrocławska	1	2.1	2.1	2.1
13	Częstochowa	1	1.5	1.5	1.5
14	Elbląg	1	0.9	0.9	0.9
15	Gorzów Wielkopolski	1	0.6	0.6	0.6
16	Kielce	1	0.5	0.5	0.5
17	Legnica	1	2.2	2.2	2.2
18	Płock	2	1.3	1.43	1.5
19	Radom	1	1.5	1.5	1.5
20	Rzeszów	1	1.2	1.2	1.2
21	Tarnów	1	1.5	1.5	1.5
22	Wałbrzych	1	1.5	1.5	1.5
23	Zielona Góra	1	0.5	0.5	0.5
Razem		27	0.5	1.57	3.8

Objaśnienia do tabeli 3.4-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście



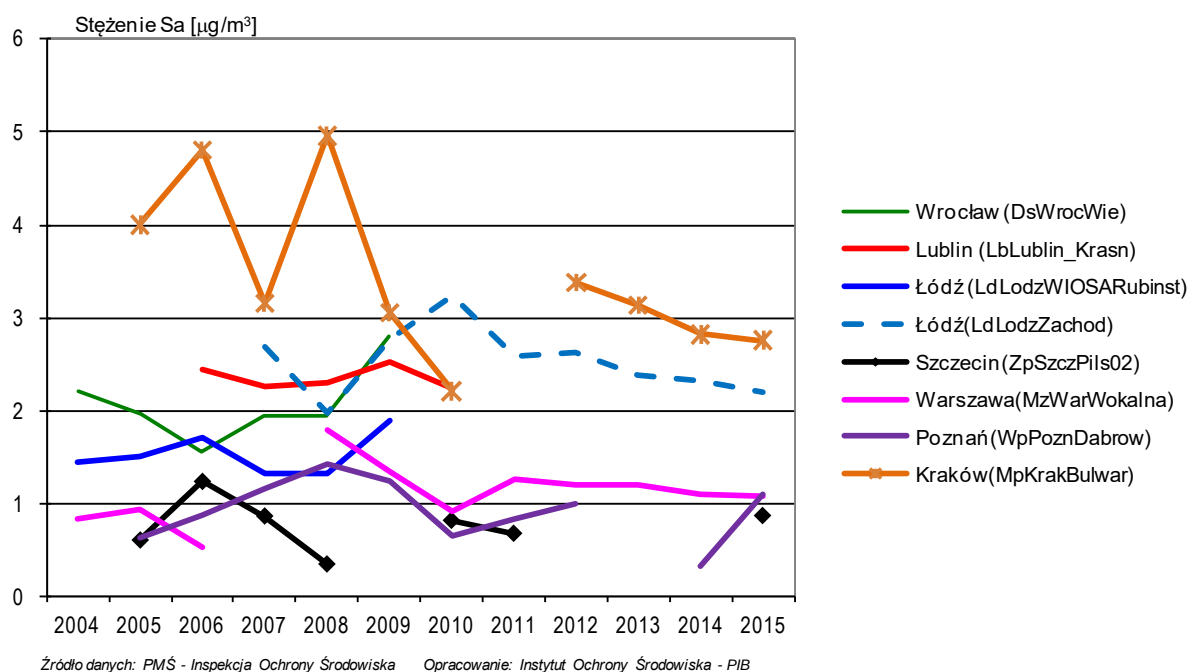
Rys. 3.4-1. Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów (automatycznych i manualnych) prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Średnie roczne wartości stężeń benzenu na uwzględnionych w ocenie stanowiskach pomiarowych w poszczególnych aglomeracjach i miastach wynosiły od $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $3.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najniższe stężenia uzyskano z pomiarów w Kielcach i Zielonej Górze. Najwyższe stężenia średnie roczne uzyskano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (tab. 3.4-2, rys. 3.4-1).

Na żadnym ze stanowisk pomiarowych uwzględnionych w ocenie, zlokalizowanych w rozważanych miastach i aglomeracjach, stężenie średnie roczne nie przekroczyło poziomu dopuszczalnego określonego dla benzenu. Na 24 spośród 27 stanowisk (89%) stężenie S_a nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego.

Trendy zmian stężeń benzenu na wybranych stacjach w aglomeracjach

Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów na wybranych stanowiskach znajdujących się na terenie aglomeracji, określone dla lat 2004-2015, nie wykazują stałej tendencji (rosnącej lub malejącej) w całym rozważanym okresie (rys. 3.4-2). Analizując zmiany stężeń Sa w latach 2004-2012 na poszczególnych stanowiskach, można zauważyć występowanie spadków stężeń w danym roku na określonych stanowiskach i wzrostów na innych. Dla lat 2012-2015 dla niektórych stacji (Kraków, Warszawa, Łódź) daje się zauważyć tendencja spadkowa średnich rocznych stężeń benzenu.



Rys. 3.4-2. Stężenie średnie roczne benzenu w latach 2004-2015 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (poziom dopuszczalny – 5 µg/m³)

3.5. Ozon

Kryteria oceny

W ocenie zanieczyszczenia powietrza ozonem, pod kątem ochrony zdrowia, stosowane są dwie wartości kryterialne: poziom docelowy oraz poziom celu długoterminowego, ustanowione w celu ochrony zdrowia. Wartości obowiązujące w Polsce, określone w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, przedstawiono w tabeli 3.5-1.

Tabela 3.5-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ozonem - ochrona zdrowia

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy i celu długoterminowego dla O ₃ w powietrzu [µg/m ³]	Dopuszczana liczba dni z przekroczeniami poziomu docelowego w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom docelowy	8 godzin ¹⁾	120 ²⁾	25 dni ³⁾	Percentyl S93.15
poziom celu długoterminowego	8 godzin ⁴⁾	120 ⁴⁾	nie dotyczy (określana jest wartość max)	S8max

Objaśnienia do tabeli 3.5-1:

¹⁾ Stężenie 8-godz., wartość średnia krocząca obliczana ze stężeń 1-godz.

²⁾ Maksymalne stężenie 8-godz. w ciągu doby, spośród średnich kroczących obliczanych co godzinę

³⁾ Liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat. W przypadku braku danych pomiarowych z trzech lat, dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych co najmniej z jednego roku.

⁴⁾ Najwyższa wartość stężenia 8-godz. spośród średnich kroczących w roku kalendarzowym.

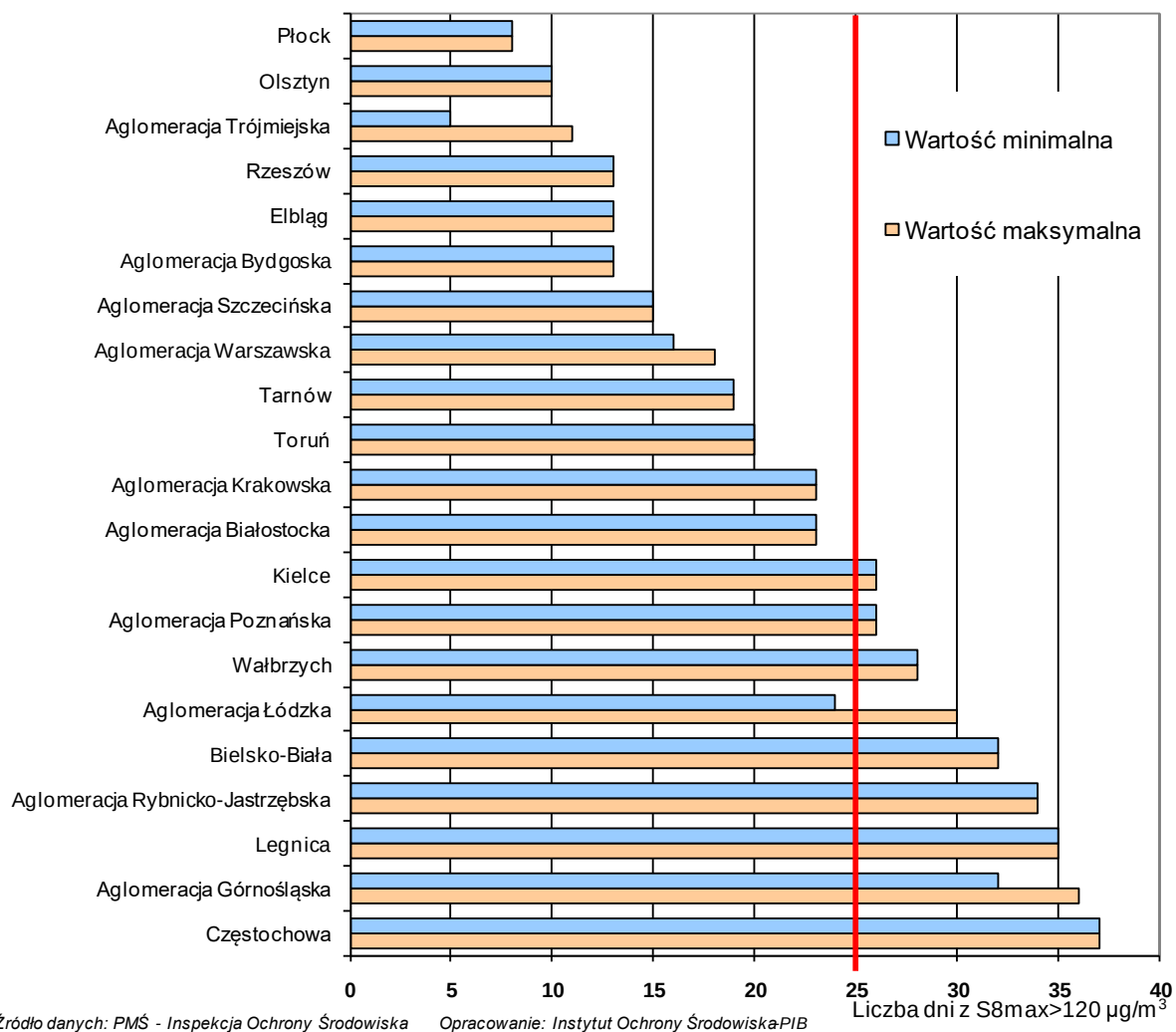
Zanieczyszczenie powietrza ozonem w aglomeracjach i w dużych miastach

Informacje o stężeniach ozonu na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. przygotowano na podstawie wyników pomiarów z 2015 r. pochodzących z 29 stanowisk, na których uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania w zakresie kompletności wyników. Stanowiska te zlokalizowane były w 10 aglomeracjach i 11 dużych miastach (o liczbie ludności większej od 100 tys.). W przypadku 17 z 21 rozważanych aglomeracji i miast w ocenie wykorzystano tylko jedno stanowisko pomiarów stężeń ozonu. W ocenie dotrzymania poziomu docelowego dla ozonu (uśredniona dla 1-3 lat liczba dni z przekroczeniami poziomu 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. ozonu) uwzględniono wyniki z lat 2013-2014 z dodatkowych 4 stanowisk.

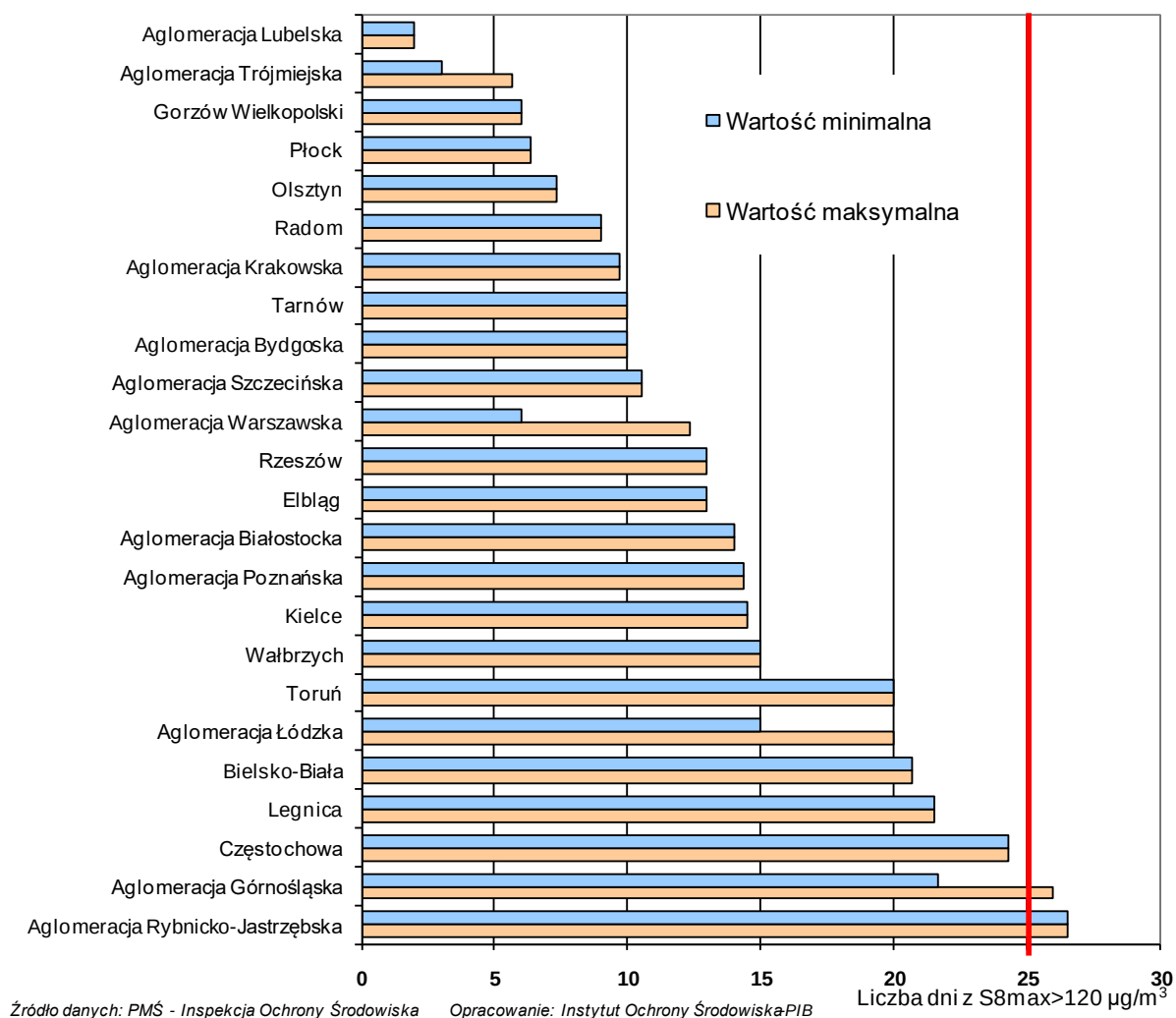
W 2015 r. w 9 miastach i aglomeracjach zarejestrowano przekroczenia wartości 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. w ciągu więcej niż 25 dni (tab. 3.5-2, rys. 3.5-1). Najwięcej dni z przekroczeniami (37) zanotowano na stacji w Częstochowie.

Śród rozważanych miast i aglomeracji, normowana, uśredniona dla ostatnich 1-3 lat, liczba dni z przekroczeniami wartości 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. (tab. 3.5-3, rys. 3.5-2), była wyższa od dopuszczalnych 25 dni w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (27 dni, średnia z lat 2013 i 2015 – brak kompletnych wyników z roku 2014) i w Aglomeracji Górnośląskiej (26 dni, średnia z lat 2014-2015). W pozostałych miastach i aglomeracjach dotrzymany był poziom docelowy określony dla ozonu.

Druga z wartości kryterialnych dla ozonu – poziom celu długoterminowego - przekroczony był we wszystkich rozważanych miastach i aglomeracjach.



Rys. 3.5-1. Liczba dni z przekroczeniami poziomu docelowego $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu w 2015 roku, określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców



Rys. 3.5-2. Liczba dni w roku z przekroczeniami poziomu docelowego $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu uśredniona dla 1-3 lat, określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Innym wskaźnikiem określającym stopień zanieczyszczenia powietrza ozonem w odniesieniu do norm stężeń jest wartość percentyla S93.15 z dobowych maksimów stężeń 8-godz. ozonu. Przekroczenie przez nią wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oznacza, że liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. w przypadku kompletnej serii pomiarowej przekraczała dozwolone 25 dni w roku.

Percentyl S93.15 z maksimów dobowych stężeń 8-godz. ozonu z 2015 r. przyjmował w rozważanych miastach i aglomeracjach wartości od $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – tab. 3.5-2. Wartość $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ została przekroczona przez percentyl S93.15 na 13 stanowiskach w 9 miastach i aglomeracjach.

Tabela 3.5-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniających warunek kompletności pomiaru

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Agglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾ [-]	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾ [-]	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m ³ w 2015 r. ³⁾		Najwyższa wartość percentyla S93.15 z maksimum dziennego stężenia 8-godz. kroczących ozonu w 2015 r. na terenie miasta lub aglomeracji [-]
				Wartość minimalna ³⁾ [µg/m ³]	Wartość maksymalna ³⁾ [µg/m ³]	
1	Agglomeracja Białostocka	1		23	23	119
2	Agglomeracja Bydgoska	1		13	13	105
3	Agglomeracja Górnośląska	3	3	32	36	134
4	Agglomeracja Krakowska	1		23	23	119
5	Agglomeracja Łódzka	3	2	24	30	126
6	Agglomeracja Poznańska	1	1	26	26	124
7	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	34	34	133
8	Agglomeracja Szczecińska	1		15	15	101
9	Agglomeracja Trójmiejska	4		5	11	99
10	Agglomeracja Warszawska	2		16	18	114
11	Bielsko-Biała	1	1	32	32	129
12	Częstochowa	1	1	37	37	132
13	Elbląg	1		13	13	102
14	Kielce	1	1	26	26	123
15	Legnica	1	1	35	35	134
16	Olsztyn	1		10	10	103
17	Płock	1		8	8	102
18	Rzeszów	1		13	13	111
19	Tarnów	1		19	19	118
20	Toruń	1		20	20	115
21	Wałbrzych	1	1	28	28	123
Suma końcowa		29	12	5	37	134

Objaśnienia do tabeli 3.5-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie;

²⁾ liczba stanowisk, na których stężenie 8-godz. kroczące ozonu przekraczało poziom 120 µg/m³ więcej niż 25 dni w roku;

³⁾ wartości: minimalna i maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich stanowiskach w danym mieście/aglomeracji uwzględnionych w opracowaniu.

Tabela 3.5-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w latach 2013-2015 w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniających warunek kompletności pomiaru

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

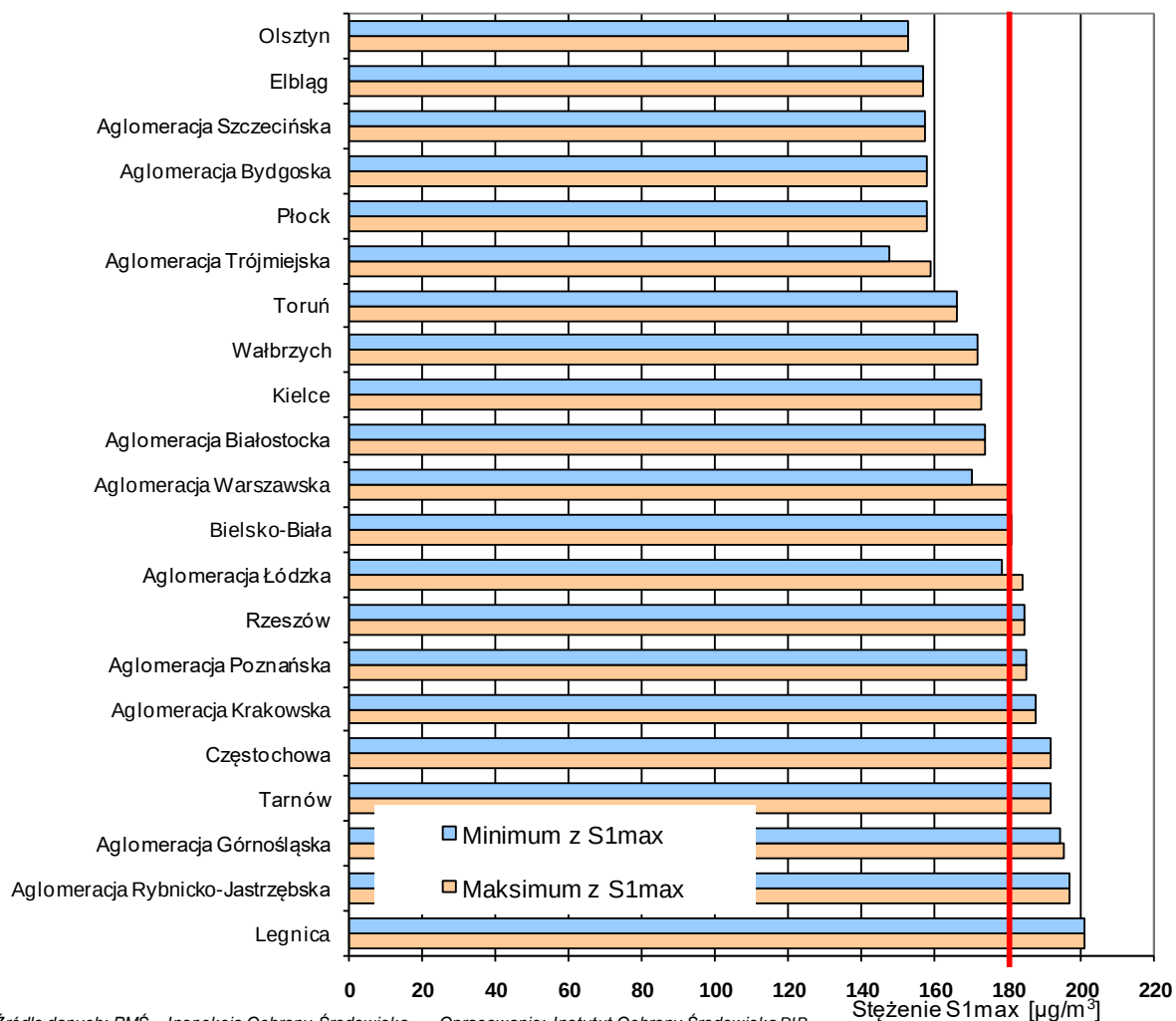
Lp.	Aglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami poziomu docelowego	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m ³ w roku średnio dla lat 2013-2015 ²⁾	
				Wartość minimalna ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1		14	14
2	Aglomeracja Bydgoska	1		10	10
3	Aglomeracja Górnośląska	3	1	22	26
4	Aglomeracja Krakowska	1		10	10
5	Aglomeracja Lubelska	1		2	2
6	Aglomeracja Łódzka	3		15	20
7	Aglomeracja Poznańska	1		14	14
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	27	27
9	Aglomeracja Szczecińska	1		11	11
10	Aglomeracja Trójmiejska	4		3	6
11	Aglomeracja Warszawska	3		6	12
12	Bielsko-Biała	1		21	21
13	Częstochowa	1		24	24
14	Elbląg	1		13	13
15	Gorzów Wielkopolski	1		6	6
16	Kielce	1		15	15
17	Legnica	1		22	22
18	Olsztyn	1		7	7
19	Płock	1		6	6
20	Radom	1		9	9
21	Rzeszów	1		13	13
22	Tarnów	1		10	10
23	Toruń	1		20	20
24	Wałbrzych	1		15	15
Suma końcowa		33	2	2	27

Objaśnienia do tabeli 3.5-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna i maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w latach 2013-2015 na wszystkich stanowiskach w danym mieście/aglomeracji uwzględnionych w opracowaniu.

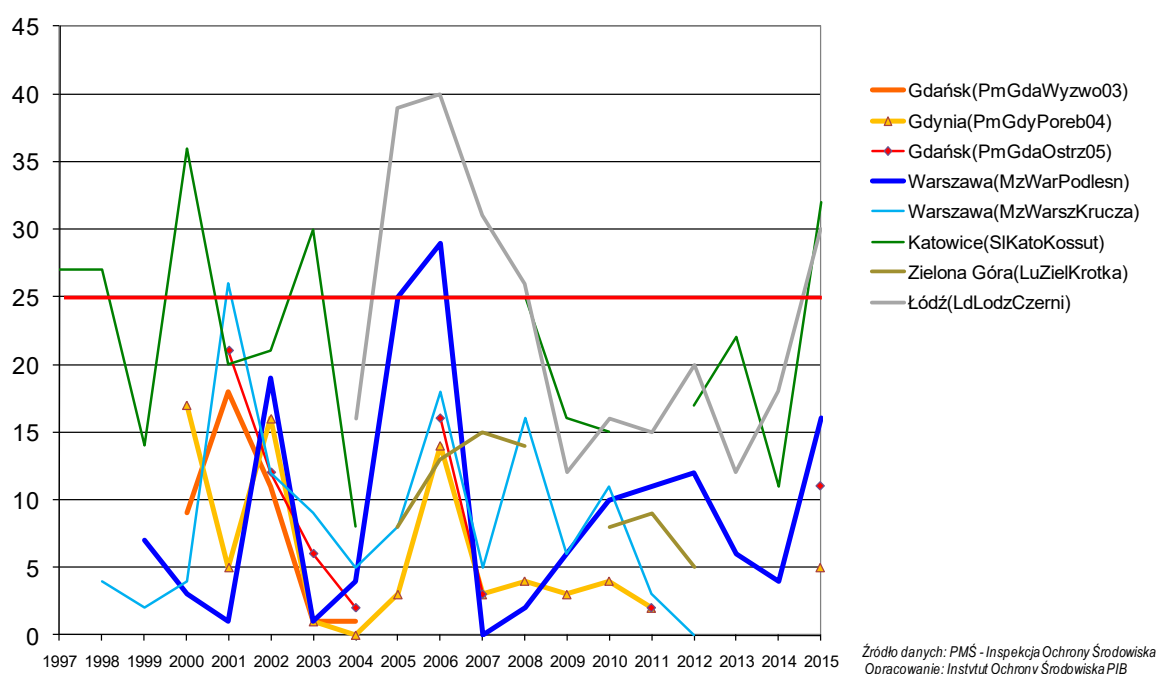
Na wszystkich stanowiskach pomiarowych w rozważanych miastach i aglomeracjach maksymalne stężenia 1-godz. ozonu przekraczały 148 µg/m³ (rys. 3.5-3). Wartość poziomu informowania – 180 µg/m³ dla stężeń 1-godz. – była przekroczona na 12 z 29 stanowisk uwzględnionych w analizach, w 10 miastach i aglomeracjach. Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2015 roku nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego, określonego dla stężeń 1-godz. na poziomie 240 µg/m³. Najwyższe stężenie 1-godz. ozonu zanotowano na stacji w Legnicy (201 µg/m³).



Rys. 3.5-3. Stężenia maksymalne 1-godz. ozonu uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Trendy zmian stężeń ozonu na wybranych stacjach w aglomeracjach

Jako wskaźnik obrazujący zanieczyszczenie powietrza ozonem w kolejnych latach przyjęto liczbę dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na rysunku 3.5-4 przedstawiono wartość tego parametru w latach 1997-2015 dla wybranych stacji zlokalizowanych na terenie aglomeracji. Jego wartość zmieniała się z roku na rok. Od 2004 do 2006 roku wystąpiła tendencja wzrostowa wskaźnika. W 2006 r. zanotowano największą liczbę dni z przekroczeniem poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 8-godz. spośród wszystkich lat objętych analizą. W 2007 r. stężenia ozonu na większości stacji w kraju były znacznie niższe niż rok wcześniej, rzadziej występowały stężenia 8-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Od 2007 r. do 2014 r. wartości wskaźnika dla poszczególnych stacji zmieniały się z roku na rok, zarówno w dół jak i w górę, jednakże w każdym z tych lat wartości wskaźnika przyjmowały znacznie niższe wartości niż w rekordowym 2006 r. W 2015 r. stężenia ozonu w Polsce były znacznie wyższe niż rok wcześniej. Duża zmienność stężeń ozonu, który jest zanieczyszczeniem wtórnym, związana jest przede wszystkim z różnicami w warunkach pogodowych występujących w kraju w kolejnych latach, z kierunkiem napływu mas powietrza nad Polskę oraz ze stopniem ich zanieczyszczenia ozonem i substancjami stanowiącymi tzw. prekursorzy ozonu.



Rys. 3.5-4 Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w latach 1997-2015 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce

3.6. Pył PM10

Kryteria oceny

Wartości dopuszczalnych poziomów (stężeń) pyłu PM10 w powietrzu oraz dozwolone częstotliwości ich przekraczania, obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, ustanowione w celu ochrony zdrowia, podano w tabeli 3.6-1.

Tabela 3.6-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom PM10 w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
24 godziny	50	35 razy	Percentyl S90.4
rok kalendarzowy	40	Nie dotyczy	Sa

Stężenia pyłu PM10 w aglomeracjach i w dużych miastach

Przetawioną poniżej ocenę stężeń pyłu PM10 w 2015 roku, na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys. nie wchodzących w skład aglomeracji, opracowano na podstawie wyników pomiarów z 80 stanowisk, znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast.

W 2015 r. przekroczenie poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych PM10 wystąpiło na 13 z 80 stanowisk. W 6 z 30 rozważanych aglomeracji i miast, przekroczenie takie miało miejsce przynajmniej na jednym stanowisku. Wśród 21 miast i aglomeracji, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, w dwóch aglomeracjach (Aglomeracja Krakowska, Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska) przekroczenia wystąpiły jednocześnie na wszystkich stanowiskach pomiarowych (tab. 3.6-2, rys. 3.6-1).

Na uwzględnionych w ocenie stanowiskach znajdujących się w 30 miastach i aglomeracjach stężenia średnie roczne w 2015 roku wynosiły od $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej do $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Krakowskiej.

Na stanowiskach o najwyższych stężeniach w poszczególnych aglomeracjach i miastach, wartości Sa zawierały się w granicach od $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Koszalinie do wspomnianych wyżej $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji komunikacyjnej w Krakowie (rys. 3.6-1).

W miastach i aglomeracjach, w których do oceny wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, średnie roczne stężenia pyłu PM10, uśrednione dla wszystkich wykorzystanych w ocenie stanowisk zlokalizowanych w rozważanych miastach (z uwzględnieniem wyników pomiarów prowadzonych na stanowiskach komunikacyjnych) wynosiły od 21 do $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe uśrednione stężenie Sa uzyskano w Aglomeracji Krakowskiej, najniższe w Aglomeracji Trójmiejskiej. Średnie roczne stężenie PM10

uśrednione dla wszystkich stanowisk pomiarowych zlokalizowanych w dużych miastach i aglomeracjach wynosiło 32.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 3.6-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Agglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Stężenie średnie roczne PM10				Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10			
			Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[-]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	Agglomeracja Białostocka	2		25	27.1	29	1	46	51.3	57
2	Agglomeracja Bydgoska	2		30	33.0	36	2	59	64.7	70
3	Agglomeracja Górnośląska	7	4	37	41.9	47	7	71	79.3	90
4	Agglomeracja Krakowska	3	3	45	54.9	68	3	90	107.1	132
5	Agglomeracja Lubelska	2		29	32.9	37	2	51	59.6	68
6	Agglomeracja Łódzka	9	2	26	35.5	43	7	47	65.8	78
7	Agglomeracja Poznańska	4		26	31.5	35	3	50	59.6	66
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2	41	44.3	47	2	75	85.8	97
9	Agglomeracja Szczecińska	3		23	24.1	26		40	42.6	45
10	Agglomeracja Trójmiejska	10		14	20.8	27	2	25	39.3	52
11	Agglomeracja Warszawska	5	1	30	33.2	41	5	54	59.0	71
12	Agglomeracja Wrocławska	2		29	32.6	37	2	56	60.8	66
13	Bielsko-Biała	1		35	35	35	1	68	68	68
14	Częstochowa	2	1	32	38.3	45	2	58	71.9	86
15	Elbląg	1		24	24	24		45	45	45
16	Gorzów Wielkopolski	2		20	24.9	30	1	37	46.4	56
17	Kalisz	1		35	35	35	1	63	63	63
18	Kielce	2		30	33.4	37	2	58	62.5	67
19	Koszalin	2		21	22.4	23		37	39.8	42
20	Legnica	1		35	35	35	1	69	69	69
21	Olsztyn	1		25	25	25		46	46	46
22	Opole	2		31	31.8	33	2	56	57.2	58

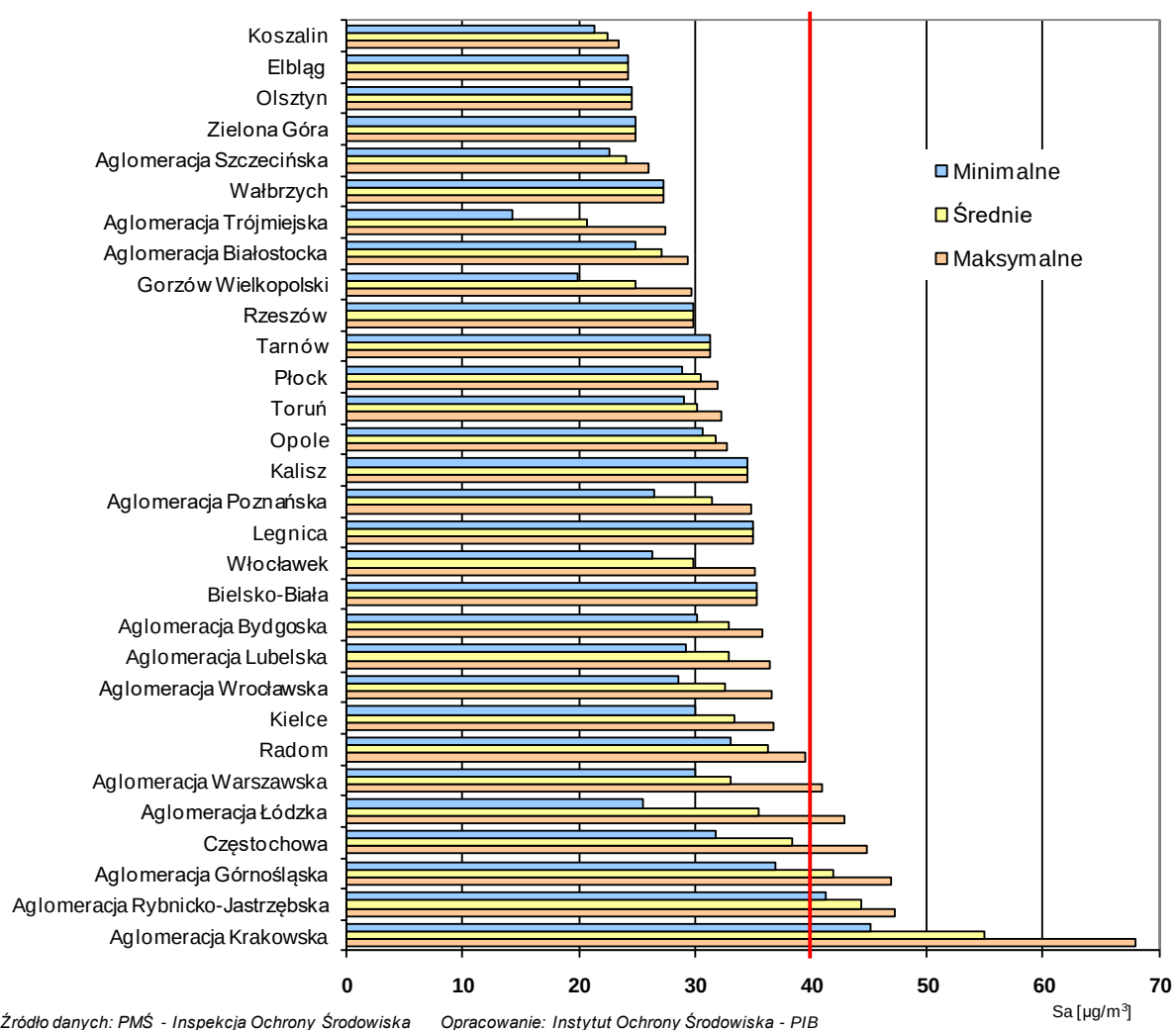
Lp.	Aglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Stężenie średnie roczne PM10				Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10			
			Liczba stanowisk z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
23	Płock	2		29	30.5	32	2	52	54.9	57
24	Radom	2		33	36.3	39	2	61	65.7	70
25	Rzeszów	1		30	30	30	1	55	55	55
26	Tarnów	1		31	31	31	1	52	52	52
27	Toruń	3		29	30.2	32	3	52	57.1	64
28	Wałbrzych	1		27	27	27		48	48	48
29	Włocławek	3		26	29.8	35	3	55	61.1	66
30	Zielona Góra	1		25	25	25		46	46	46
Razem		80	13	14	32.1	68	58	25	60.1	132

Objaśnienia do tabeli 3.6-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego poziomu dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3.6-1. Średnie roczne stężenia pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

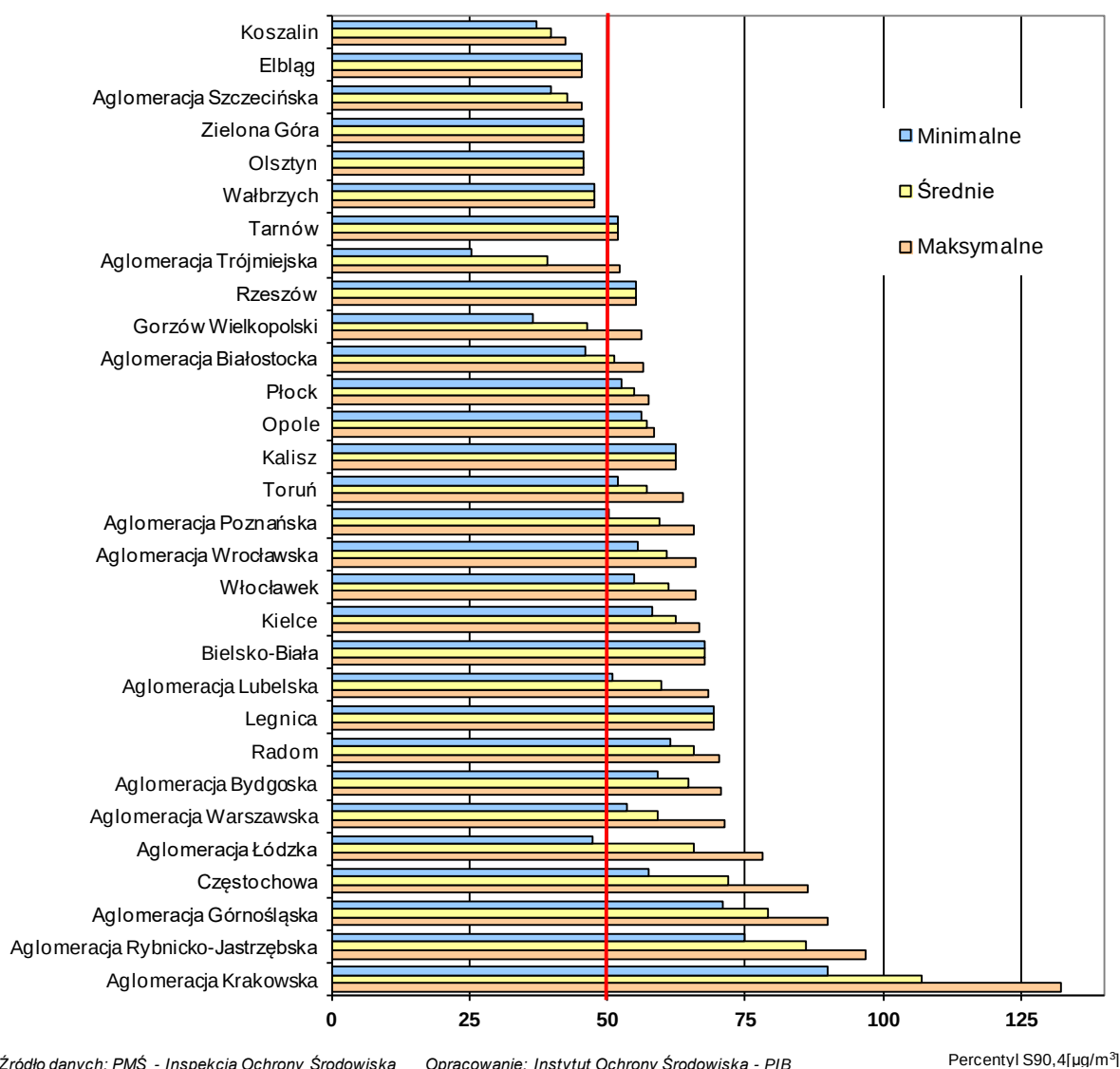
W 2015 roku w 24 aglomeracjach i miastach, spośród 30 uwzględnionych w ocenie, przynajmniej na jednym stanowisku miały miejsce przekroczenia wartości normatywnej dla stężeń 24-godz. pyłu PM10 (potwierdzone przekroczeniem wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S90.4 z serii stężeń dobowych⁴ lub liczbą dni z przekroczeniem D24). W przypadku 19 aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie. Spośród łącznej liczby 80 stanowisk, przekroczenia stwierdzono na 58, co stanowi 73% rozważanych.

Przekraczanie wartości normatywnej określonej dla stężeń dobowych PM10, obowiązującej w Polsce (zgodnej z normą UE), stanowi istotny problem zarówno w Polsce, jak i w wielu innych krajach europejskich.

W Polsce głównym źródłem emisji pyłu PM10 jest sektor bytowo-komunalny. Zanieczyszczenia powstające przy indywidualnym ogrzewaniu budynków są wydalone do atmosfery głównie z niskich emitorów w obszarach z zabudową mieszkaniową.

⁴ przekroczenie $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S90.4 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 24-godz. PM10 oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 35 dni z przekroczeniami stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

W rezultacie, emisja ta ma na wielu obszarach decydujący wpływ na występowanie tam przekroczeń wartości kryterialnych stężeń pyłu. Emisja pyłu z tej kategorii źródeł wskazywana jest najczęściej przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska jako odpowiedzialna za występowanie przekroczeń poziomów dopuszczalnych pyłu PM10 w miastach. Inne znaczące źródła emisji PM10 w Polsce (z mniejszym udziałem w całkowitej emisji) to spalanie paliw w energetyce i zakładach przemysłowych, a także emisja związana z komunikacją samochodową (zobacz rozdz. 5).



Rys. 3.6-2. Wartości percentyla S90.4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Na uwzględnionych w ocenie stanowiskach, zlokalizowanych na terenie 30 miast i aglomeracji, percentyl S90.4 z serii stężeń dobowych w 2015 roku wynosił od 25 µg/m³ w Aglomeracji Trójmiejskiej do 132 µg/m³ w Krakowie.

Na stanowiskach, na których percentyl S90.4 w danej aglomeracji lub mieście był najwyższy (lub było to jedyne stanowisko w mieście, z którego wyniki wykorzystano

do oceny), wartość percentyla mieściła się w zakresie od $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku w Koszalinie do wspomnianych wyżej $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie (rys. 3.6-2).

W miastach i aglomeracjach, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, uśrednione dla wszystkich stacji leżących na terenie aglomeracji i rozważanych miast wartości percentyla S90.4 z serii 24-godz. stężeń pyłu PM10 wynosiły w 2015 roku od $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 3.6-2, rys. 3.6-2). Najniższe wartości spośród uśrednionych w skali miasta lub aglomeracji uzyskano w Aglomeracji Trójmiejskiej, najwyższe w Krakowie.

Najwyższe stężenia 24-godz., spośród zarejestrowanych w 2015 roku na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach i rozważanych miastach, wynosiły od $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $279 \mu\text{g}/\text{m}^3$, przy czym stężenia maksymalne przekraczające $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (poziom informowania) wystąpiły na 13 stanowiskach w 6 miastach i aglomeracjach – tab. 3.6-3. Poziom alarmowy ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nie był przekroczony na żadnym z rozważanych stanowisk. Okresy występowania najwyższych stężeń dobowych PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych, w tym na terenie rozważanych aglomeracji i miast, ilustrują rysunki: 5.2-5-A, 5.2-5-B, 5.2-5-C, 5.2-6 i 5.2-7 (zob. rozdz. 5.2).

Należy zaznaczyć, że stężenie maksymalne może być pojedynczym wynikiem, znacznie odbiegającym od pozostałych wartości stężeń 24-godz. na danym stanowisku. Dlatego też bardzo wysokie wartości S24max należy interpretować z dużą ostrożnością. Innym parametrem do oceny górnego zakresu dobowych stężeń rejestrowanych w danym roku jest percentyl S98 ze stężeń dobowych. Jest to wartość stężenia 24-godzinnego, której nie przekracza 98% wyników pomiarów dobowych w serii rocznej (tzn. stężenia wyższe od S98 stanowią 2% wyników pomiarów, to jest 6 wyników w pełnej serii pomiarowej).

Wartości maksymalnych 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 oraz percentyla S98, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i dużych miast w 2015 r., przedstawiono w tabeli 3.6-3. Na rysunku 3.6-3 przedstawiono najwyższe, w poszczególnych aglomeracjach lub miastach, stężenia S24max i S98, a także S90.4, określone dla 24-godzinnych stężeń pyłu. Warto tu zwrócić uwagę na sygnalizowane wyżej różnice pomiędzy najwyższymi wartościami stężenia maksymalnego S24max a wartością percentyla S98 w poszczególnych aglomeracjach, dochodzące do $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a także na różnice pomiędzy stężeniami S24max na poszczególnych stanowiskach - do $197 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W 2015 roku najwyższe stężenie 24-godz. zanotowano na stacji w Rybniku w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej, ale najwyższa wartość percentyla S90.4 wystąpiła na stacji komunikacyjnej w Krakowie, gdzie maksymalne stężenie 24-godz. było niższe niż w Rybniku.

Tabela 3.6-3. Wartości percentyla S98 oraz stężenia maksymalnego S24max, określone na podstawie serii 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Agglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ²⁾	Percentyl S98 ¹⁾ ze stężeń 24-godz. PM10			Stężenie maksymalne ¹⁾ 24-godz. pyłu PM10		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Agglomeracja Białostocka	2	68	77.7	87	91	107.6	124
2	Agglomeracja Bydgoska	2	93	100.6	108	121	135.2	149
3	Agglomeracja Górnośląska	7	108	124.4	136	158	229.4	260
4	Agglomeracja Krakowska	3	141	157.9	177	178	225.6	265
5	Agglomeracja Lubelska	2	93	101.1	109	128	150.5	173
6	Agglomeracja Łódzka	9	65	93.9	127	85	141.4	187
7	Agglomeracja Poznańska	4	87	101.3	112	142	164.9	180
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	112	149.8	188	230	254.2	279
9	Agglomeracja Szczecińska	3	60	66.5	71	83	89.3	94
10	Agglomeracja Trójmiejska	10	38	60.0	94	53	86.5	131
11	Agglomeracja Warszawska	5	75	84.8	100	103	122.2	139
12	Agglomeracja Wrocławska	2	78	88.4	98	113	156.2	199
13	miasto Bielsko-Biała	1	119	119	119	146	146	146
14	miasto Częstochowa	2	108	121.4	134	191	218.0	245
15	miasto Elbląg	1	63	63	63	82	82	82
16	miasto Gorzów Wielkopolski	2	69	81.7	95	79	107.6	136
17	miasto Kalisz	1	98	98	98	131	131	131
18	miasto Kielce	2	78	106.9	136	145	172.3	199
19	miasto Koszalin	2	55	58.7	62	79	81.2	83
20	miasto Legnica	1	107	107	107	218	218	218
21	miasto Olsztyn	1	67	67	67	85	85	85
22	miasto Opole	2	87	87.4	88	195	202.2	209
23	miasto Płock	2	76	77.6	79	95	104.5	114
24	miasto Radom	2	89	99.1	109	127	138.5	150
25	miasto Rzeszów	1	89	89	89	156	156	156
26	miasto Tarnów	1	92	92	92	122	122	122
27	miasto Toruń	3	80	82.3	85	104	118.0	132
28	miasto Wałbrzych	1	85	85	85	160	160	160
29	miasto Włocławek	3	74	84.2	94	99	122.6	147
30	miasto Zielona Góra	1	66	66	66	123	123	123
	Polska	80	38	92.6	188	53	144.5	279

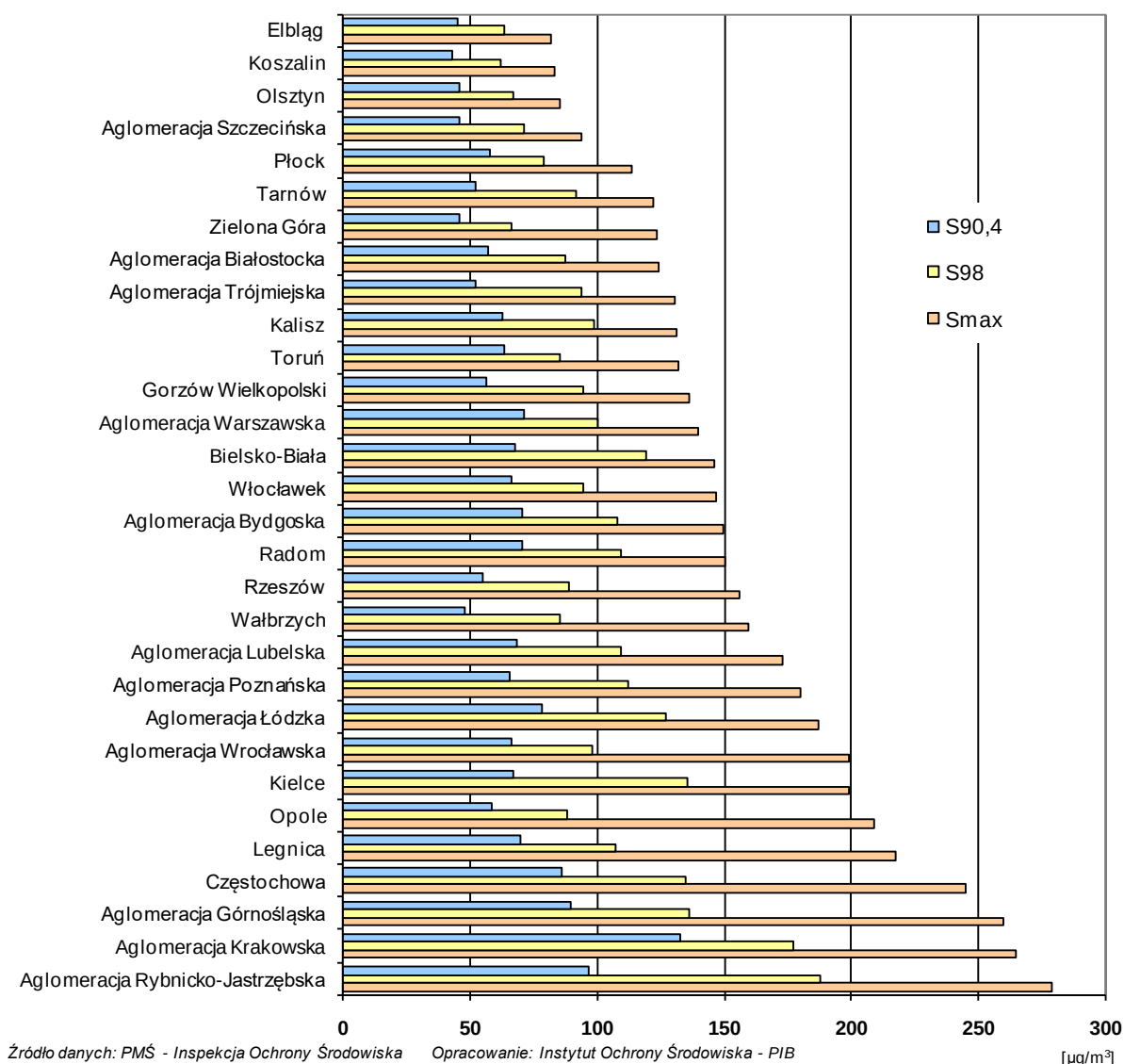
Objaśnienia do tabeli 3.6-3:

¹⁾ parametr nienormowany

²⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

Wartości percentyla S98 z 24-godz. stężeń PM10, uzyskane z pomiarów na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach/miastach w 2015 roku mieściły się w granicach od 38 do 188 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Średnie dla rozważanych miast, dla których w ocenie wykorzystano wyniki z co najmniej 2 stanowisk pomiarowych, wynosiły od 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 158 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe uśrednione wartości S98 uzyskano z pomiarów w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej, najniższe w Koszalinie.



Rys. 3.6-3. Najwyższe wartości percentyli S90.4 i S98 oraz stężenia maksymalnego S24max dla 24-godzinnych stężeń pyłu PM10, uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Trendy zmian stężeń pyłu PM10 na wybranych stacjach w aglomeracjach

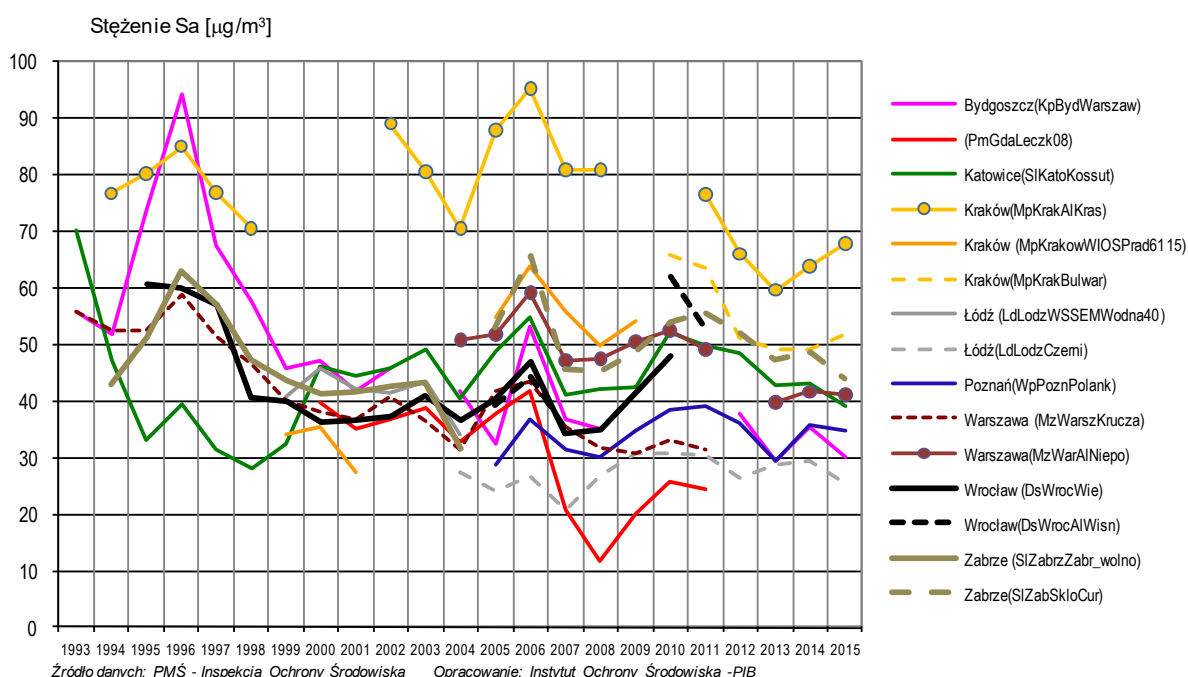
W wieloleciu 1993-2014 najwyższe stężenia średnie roczne PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych notowane były w 1996 r. i w 2006 r. (rys. 3.6-4). Na większości stanowisk uwzględnionych w analizie, średnie roczne stężenia pyłu w aglomeracjach, w latach 1996-2004 wykazywały ogólną tendencję malejącą. Wyjątek stanowiły wyniki badań prowadzonych na stacji komunikacyjnej w Krakowie, na której przeplatają się okresy spadków i wzrostów stężeń średnich rocznych. Od 2004 do 2006 roku na większości rozważanych stacji zauważalny jest trend wzrostowy stężeń PM10. W 2006 r. stężenia średnie roczne były najwyższe od siedmiu i więcej lat. Wysokie stężenia pyłu w 2006 r. należy łączyć z wystąpieniem w sezonie zimowym tego roku bardzo niekorzystnych warunków meteorologicznych. W klasyfikacji termicznej miesięcy wg H. Lorenc (źródło: IMGW), styczeń i marzec tego roku zakwalifikowano do kategorii „bardzo mroźny” a luty do kategorii „lekko mroźny”, co oznacza, że temperatura powietrza w pierwszych trzech miesiącach roku 2006 była znacząco niższa niż średnie wieloletnie dla tych miesięcy. Duże i często występujące spadki temperatur w sezonie zimowym prowadzą z reguły do zwiększenia zanieczyszczenia powietrza pyłem.

W 2007 roku stężenia średnie roczne PM10 były istotnie niższe niż rok wcześniej. Spadek stężeń średnich rocznych wystąpił na wszystkich stacjach uwzględnionych w analizie. Niższe stężenia w 2007 r. były wynikiem lepszych warunków meteorologicznych w sezonie chłodnym 2007 r. w stosunku do roku poprzedniego. W styczniu 2007 nie wystąpiły tak znaczące spadki temperatur powietrza (stymulujące emisję pyłu związaną z ogrzewaniem), jak w styczniu 2006 r., nie występowały też długotrwałe sytuacje inwersyjne sprzyjające kumulowaniu się zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery. W 2008 roku na większości analizowanych stacji stężenia średnie roczne były zbliżone do wartości z roku poprzedniego. W roku 2009 na większości stanowisk wystąpił wzrost stężeń średnich pyłu PM10 w stosunku do wartości z roku poprzedniego. Największy wzrost – o $8.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacji w Gdańsku. W roku 2010 utrzymywała się tendencja wzrostowa stężeń. Na prawie wszystkich stanowiskach uwzględnionych w analizach stężenia średnie roczne były w 2010 r. wyższe (nawet o $9.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) niż rok wcześniej, ale stężenia te były niższe niż w najgorszym w tej dekadzie 2006 r. W 2010 roku, podobnie jak w roku 2006, wystąpiły niekorzystne warunki meteorologiczne – utrzymywała się bardzo niska temperatura powietrza w ciągu wielu dni w styczniu i grudniu. Miesiące te w klasyfikacji termicznej wg H. Lorenc (źródło: IMGW), zakwalifikowano do kategorii „bardzo mroźny” i „anomalnie mroźny”. Zimowym, znaczącym spadkiem temperatury powietrza (stymulującym zwiększenie emisji pyłu związanej z ogrzewaniem budynków) towarzyszą zwykle długotrwałe sytuacje inwersyjne, sprzyjające kumulowaniu się zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery, co w rezultacie prowadzi do wzrostu mierzonych stężeń i w konsekwencji do wyższej wartości średniego rocznego stężenia pyłu PM10.

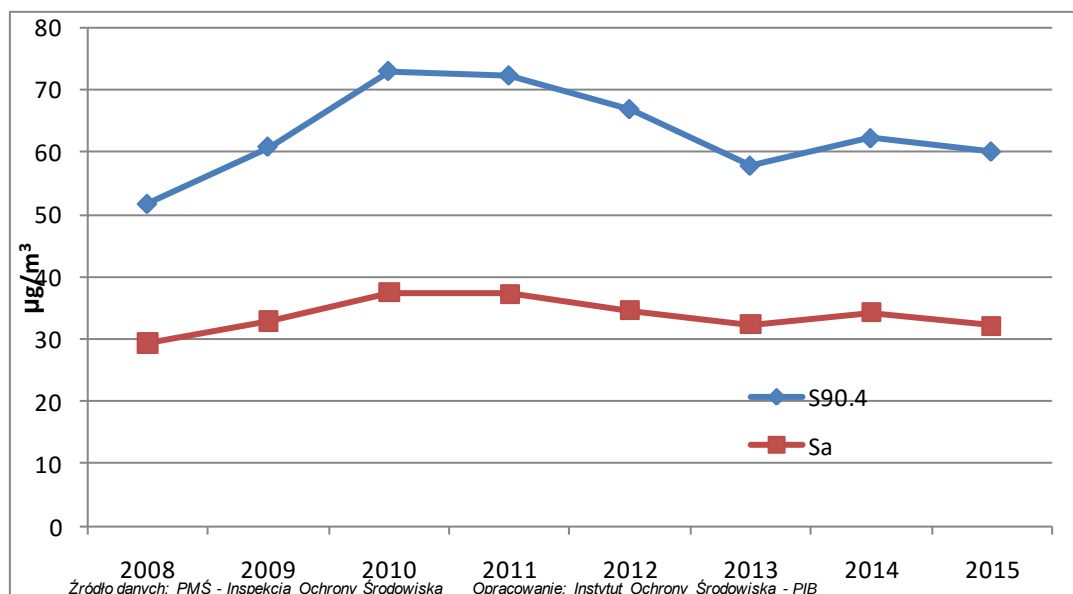
W 2011 r. stężenia były nieznacznie niższe od stężeń z 2010 r. Na 7 z 9 stanowisk zanotowano spadek, a na 2 stanowiskach niewielki wzrost stężeń średnich rocznych, w stosunku do wartości notowanych w roku poprzednim.

Stężenia średnie roczne w 2012 r. na wszystkich stanowiskach zaprezentowanych na rys. 3.6-4 były niższe od stężeń z roku poprzedniego o kilku do kilkunastu procent. Spadek stężeń postępował również w następnym, 2013 r., natomiast w 2014 r. na 7 z 8 stanowisk nastąpił wzrost stężeń PM10. W 2015 r. na 6 z 8 stanowisk zanotowano spadek stężenia średniego rocznego, na 2 stanowiskach (w Krakowie) wzrost stężeń.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach wartości odpowiednich parametrów dla lat 2008-2015 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniają się w zakresie od -18% do +16% w odniesieniu do wartości średniej dla wielolecia (rys. 3.6-5). Latami z podwyższonymi stężeniami pyłu PM10 były 2010 i 2011, najniższe stężenia notowano w 2008 r. W latach 2008-2010 stężenia rosły. W 2010 roku zarówno średnia wartość ze stężeń średnich rocznych PM10, jak i średnia wartość parametru S90.4 były największe. Od tego roku stężenia pyłu zmniejszały się aż do 2013 r. Stężenia w 2014 r. były wyższe od stężeń z roku poprzedniego i zbliżone do wartości średnich dla ośmiolecia. W 2015 r. nastąpił spadek wskaźników, w przybliżeniu do poziomów notowanych w 2013 r.



Rys. 3.6-4. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w latach 1993-2015 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



Rys. 3.6-5. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne i percentyl 90.4 ze stężeń 24-godz. dla pyłu PM10 w latach 2008-2015

3.7. Ołów

Kryteria oceny

Dopuszczalny poziom (stężenie) ołowiu w powietrzu, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.7-1.

Tabela 3.7-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ołowiem - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom Pb w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	0.5	Sa

Ołów – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM10

Zanieczyszczenie powietrza ołowiem w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza ołowiem w 2015 roku uwzględniono wyniki pomiarów z 36 stanowisk zlokalizowanych na terenie 12 aglomeracji i 18 miast powyżej 100 tys. mieszkańców. Z wyjątkiem 4 aglomeracji lub miast, w pozostałych w ocenie wykorzystano po jednym stanowisku.

W 2015 roku średnie roczne stężenia ołowiu na stanowiskach uwzględnionych w ocenie wynosiły od 0.004 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 0.049 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 3.7-2).

Najniższe stężenia S_a uzyskano z pomiarów w Koszalinie (0.004 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Najwyższe stężenie średnie roczne odnotowano na stanowisku w Legnicy (0.049 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Jest to wartość znacząco niższa od poziomu dopuszczalnego (ok. 10% stężenia dopuszczalnego). W poprzednich latach najwyższe stężenia średnie roczne ołowiu w kraju również notowano w Legnicy, co ma związek z istniejącym tu przemysłem.

Tabela 3.7-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ołowiu prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

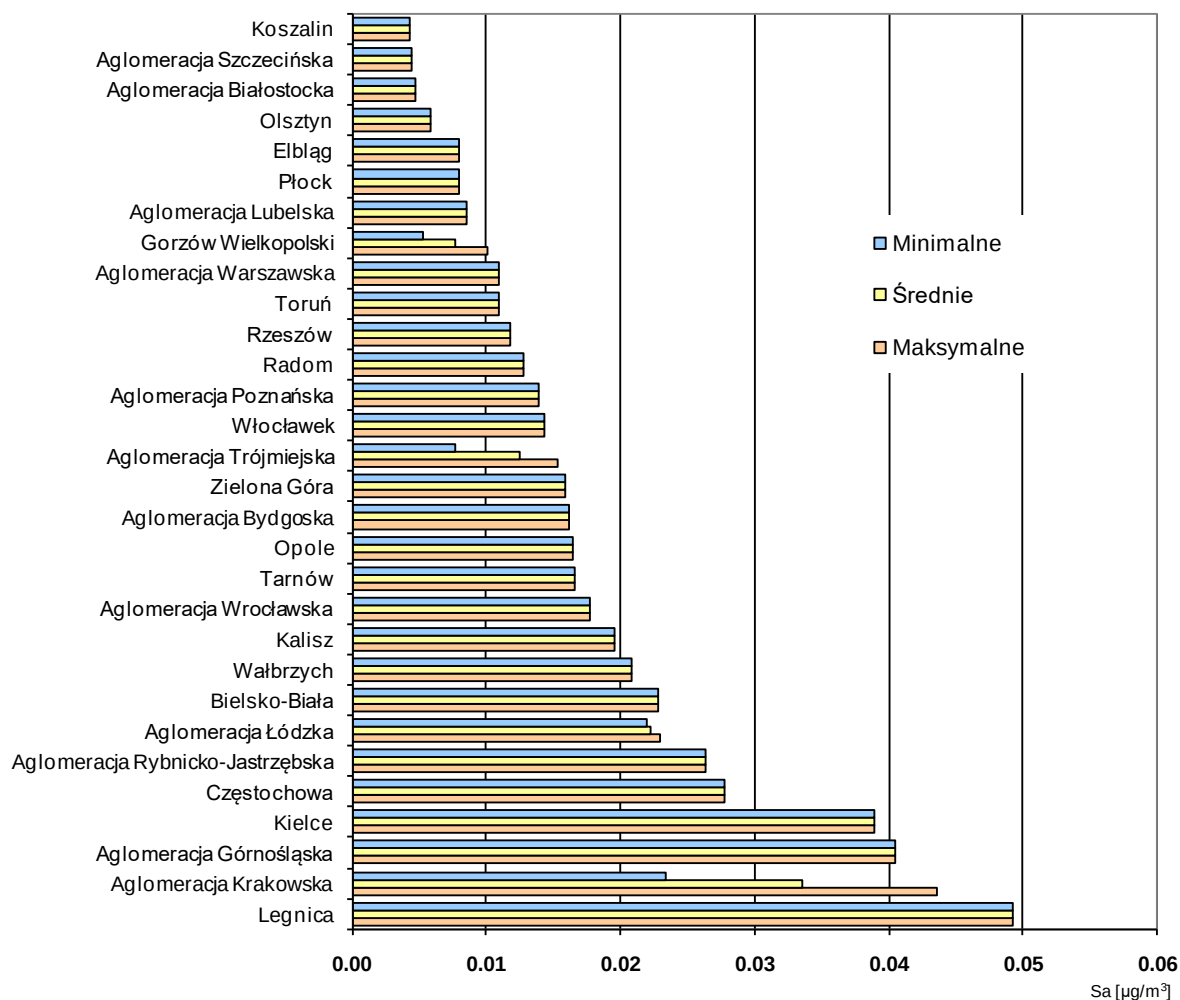
Lp.	Agglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne Pb			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
1	Agglomeracja Białostocka	1	0.005	0.005	0.005
2	Agglomeracja Bydgoska	1	0.016	0.016	0.016
3	Agglomeracja Górnośląska	1	0.040	0.040	0.040
4	Agglomeracja Krakowska	2	0.023	0.033	0.044
5	Agglomeracja Lubelska	1	0.008	0.008	0.008
6	Agglomeracja Łódzka	3	0.022	0.022	0.023
7	Agglomeracja Poznańska	1	0.014	0.014	0.014
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	0.026	0.026	0.026
9	Agglomeracja Szczecińska	1	0.004	0.004	0.004
10	Agglomeracja Trójmiejska	3	0.008	0.012	0.015
11	Agglomeracja Warszawska	1	0.011	0.011	0.011
12	Agglomeracja Wrocławska	1	0.018	0.018	0.018
13	miasto Bielsko-Biała	1	0.023	0.023	0.023
14	miasto Częstochowa	1	0.028	0.028	0.028
15	miasto Elbląg	1	0.008	0.008	0.008
16	miasto Gorzów Wielkopolski	2	0.005	0.008	0.010
17	miasto Kalisz	1	0.020	0.020	0.020
18	miasto Kielce	1	0.039	0.039	0.039
19	miasto Koszalin	1	0.004	0.004	0.004
20	miasto Legnica	1	0.049	0.049	0.049
21	miasto Olsztyn	1	0.006	0.006	0.006
22	miasto Opole	1	0.016	0.016	0.016
23	miasto Płock	1	0.008	0.008	0.008
24	miasto Radom	1	0.013	0.013	0.013
25	miasto Rzeszów	1	0.012	0.012	0.012
26	miasto Tarnów	1	0.017	0.017	0.017
27	miasto Toruń	1	0.011	0.011	0.011
28	miasto Wałbrzych	1	0.021	0.021	0.021

Lp.	Aglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne Pb			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
29	miasto Włocławek	1	0.014	0.014	0.014
30	miasto Zielona Góra	1	0.016	0.016	0.016
	Polska	36	0.004	0.018	0.049

Objaśnienia do tabeli 3.7-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3.7-1. Wartości średnich rocznych stężeń ołowiu (Pb) uzyskane w 2015 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Na żadnym stanowisku pomiarowym, spośród uwzględnionych w ocenie, na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej od 100. tys. w 2015 roku nie został przekroczony dopuszczalny poziom stężenia ołowiu w powietrzu. Stężenia średnie roczne ołowiu nie przekroczyły 10% poziomu dopuszczalnego.

3.8. Arsen

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza arsenem jest poziom docelowy, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podany w tabeli 3.8-1.

Tabela 3.8-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza arsenem - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy As w powietrzu [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	6	Sa

Arsen – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM10

Zanieczyszczenie powietrza arsenem w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza arsenem wykorzystano wyniki pomiarów z 37 stanowisk, znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys. W przypadku większości miast i aglomeracji (25 z 30) w opracowaniu wykorzystano wyniki z jednego stanowiska.

Średnie roczne stężenia arsenu na uwzględnionych w ocenie stanowiskach wynosiły w 2015 roku od 0.6 ng/m³ do 18 ng/m³ (tab. 3.8-2).

Najniższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowiskach w Aglomeracji Białostockiej i Aglomeracji Szczecińskiej. Najwyższe stężenie uzyskano na stanowisku pomiarowym w Legnicy. Tylko na tym stanowisku stężenie średnie roczne arsenu było wyższe od poziomu docelowego (tab. 3.8-2, rys. 3.8-1). Na stanowiskach położonych w pozostałych rozważanych miastach i aglomeracjach poziom docelowy arsenu był dotrzymany.

Tabela 3.8-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń arsenu prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

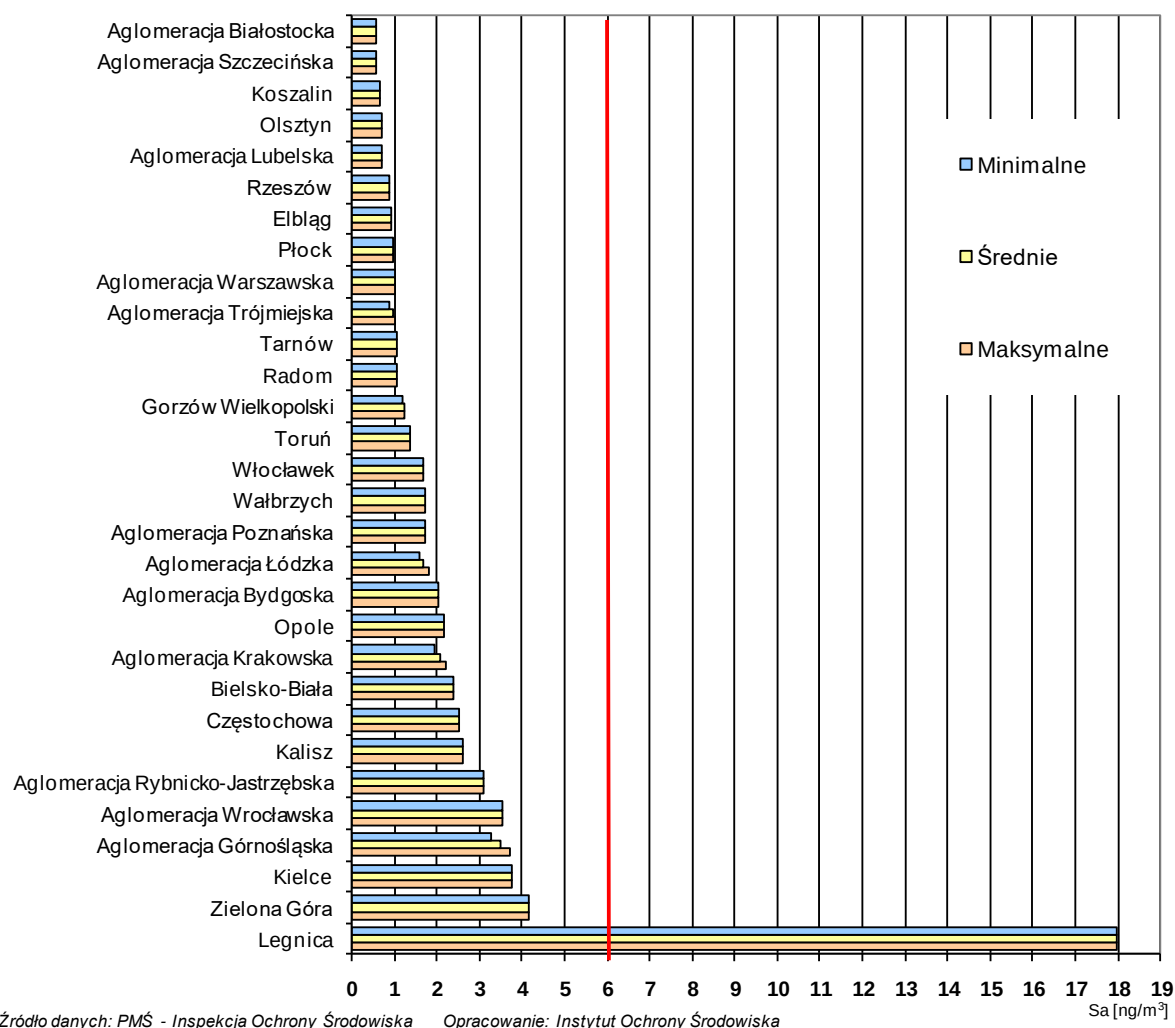
Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne As				
		Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1		0.6	0.6	0.6
2	Aglomeracja Bydgoska	1		2.0	2.0	2.0
3	Aglomeracja Górnośląska	2		3.3	3.49	3.7
4	Aglomeracja Krakowska	2		1.9	2.07	2.2
5	Aglomeracja Lubelska	1		0.7	0.7	0.7
6	Aglomeracja Łódzka	3		1.6	1.68	1.8
7	Aglomeracja Poznańska	1		1.7	1.7	1.7
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		3.1	3.1	3.1
9	Aglomeracja Szczecińska	1		0.6	0.6	0.6
10	Aglomeracja Trójmiejska	3		0.9	0.99	1.0
11	Aglomeracja Warszawska	1		1.0	1.0	1.0
12	Aglomeracja Wrocławska	1		3.5	3.5	3.5
13	miasto Bielsko-Biała	1		2.4	2.4	2.4
14	miasto Częstochowa	1		2.5	2.5	2.5
15	miasto Elbląg	1		0.9	0.9	0.9
16	miasto Gorzów Wielkopolski	2		1.2	1.22	1.3
17	miasto Kalisz	1		2.6	2.6	2.6
18	miasto Kielce	1		3.8	3.8	3.8
19	miasto Koszalin	1		0.7	0.7	0.7
20	miasto Legnica	1	1	18.0	18.0	18.0
21	miasto Olsztyn	1		0.7	0.7	0.7
22	miasto Opole	1		2.2	2.2	2.2
23	miasto Płock	1		1.0	1.0	1.0
24	miasto Radom	1		1.0	1.0	1.0
25	miasto Rzeszów	1		0.9	0.9	0.9
26	miasto Tarnów	1		1.0	1.0	1.0
27	miasto Toruń	1		1.4	1.4	1.4
28	miasto Wałbrzych	1		1.7	1.7	1.7
29	miasto Włocławek	1		1.7	1.7	1.7
30	miasto Zielona Góra	1		4.2	4.2	4.2
	Razem	37	1	0.6	2.20	18.0

Objaśnienia do tabeli 3.8-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3.8-1. Wartości średnich rocznych stężeń arsenu (As) uzyskane w 2015 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

3.9. Kadm

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza kadmem jest poziom docelowy, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podany w tabeli 3.9-1.

Tabela 3.9-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza kadmem - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy Cd w powietrzu [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	5	Sa

Kadm – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM10

Zanieczyszczenie powietrza kadmem w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza kadmem w 2015 roku uwzględniono wyniki uzyskane z pomiarów na terenie 12 aglomeracji i 18 miast powyżej 100 tys. mieszkańców.

Wykorzystano wyniki z 36 stanowisk. Najczęściej było to jedno stanowisko w danym mieście lub aglomeracji.

Średnie roczne stężenia kadmu na stanowiskach uwzględnionych w ocenie dotyczącej 2015 roku wynosiły od 0.1 ng/m³ do 1.5 ng/m³. Najniższe wartości odnotowano na stanowiskach w Aglomeracji Szczecińskiej. Najwyższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowisku w Aglomeracji Krakowskiej (tab. 3.9-2, rys. 3.9-1).

Na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie, średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu były niższe od 30% poziomu docelowego. Na 94 procentach stanowisk stężenie nie przekraczało 20 % wartości normatywnej.

Tabela 3.9-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń kadmu prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

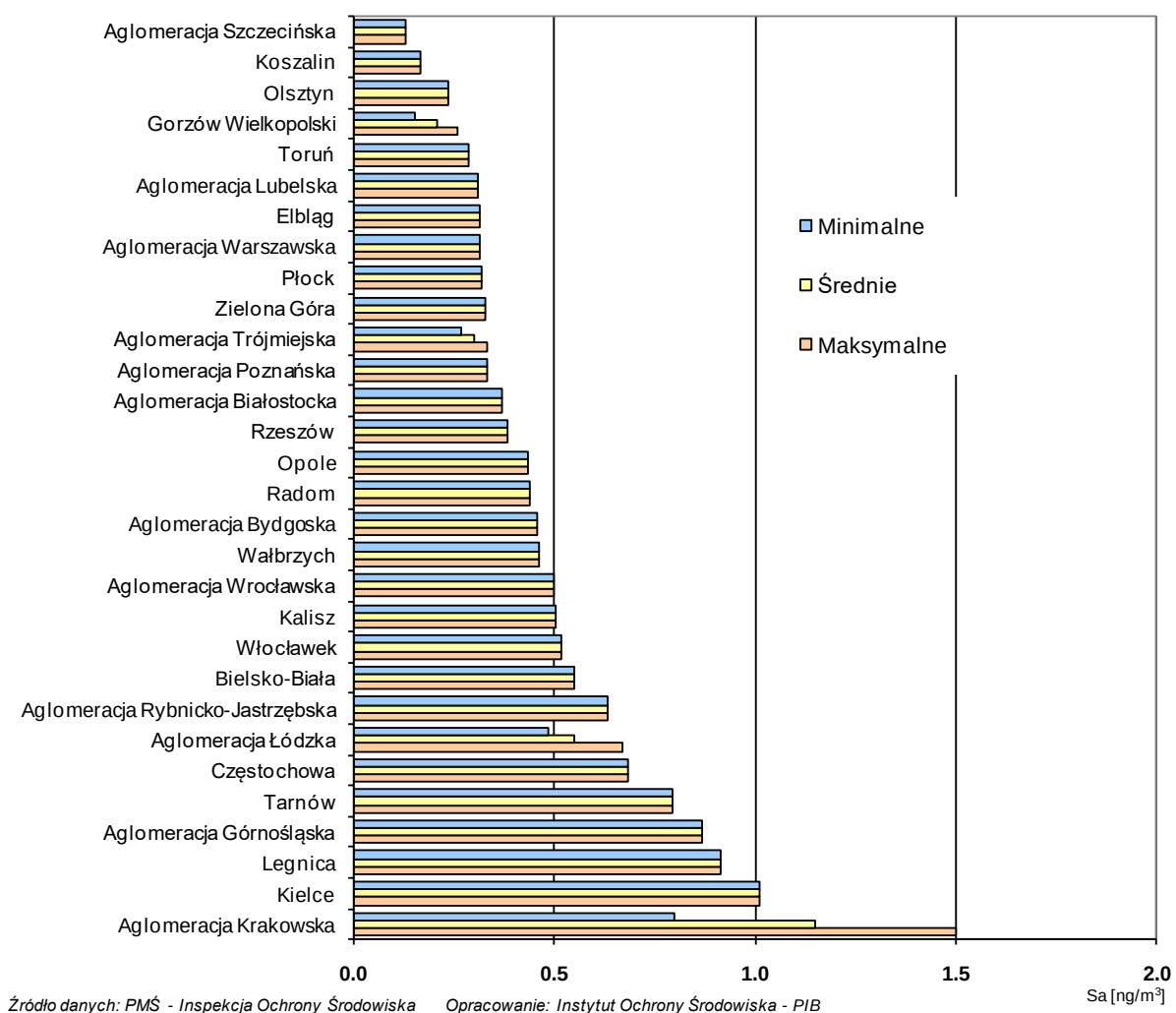
Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne Cd			
		Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	0.4	0.4	0.4
2	Aglomeracja Bydgoska	1	0.5	0.5	0.5
3	Aglomeracja Górnośląska	1	0.9	0.9	0.9
4	Aglomeracja Krakowska	2	0.8	1.15	1.5
5	Aglomeracja Lubelska	1	0.3	0.3	0.3
6	Aglomeracja Łódzka	3	0.5	0.55	0.7
7	Aglomeracja Poznańska	1	0.3	0.3	0.3
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	0.6	0.6	0.6
9	Aglomeracja Szczecińska	1	0.1	0.1	0.1
10	Aglomeracja Trójmiejska	3	0.3	0.30	0.3
11	Aglomeracja Warszawska	1	0.3	0.3	0.3
12	Aglomeracja Wrocławska	1	0.5	0.5	0.5
13	Bielsko-Biała	1	0.5	0.5	0.5
14	Częstochowa	1	0.7	0.7	0.7
15	Elbląg	1	0.3	0.3	0.3
16	Gorzów Wielkopolski	2	0.2	0.21	0.3
17	Kalisz	1	0.5	0.5	0.5
18	Kielce	1	1.0	1.0	1.0
19	Koszalin	1	0.2	0.2	0.2
20	Legnica	1	0.9	0.9	0.9
21	Olsztyn	1	0.2	0.2	0.2
22	Opole	1	0.4	0.4	0.4

Lp.	Agglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne Cd			
		Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
23	Płock	1	0.3	0.3	0.3
24	Radom	1	0.4	0.4	0.4
25	Rzeszów	1	0.4	0.4	0.4
26	Tarnów	1	0.8	0.8	0.8
27	Toruń	1	0.3	0.3	0.3
28	Wałbrzych	1	0.5	0.5	0.5
29	Włocławek	1	0.5	0.5	0.5
30	Zielona Góra	1	0.3	0.3	0.3
	Polska	36	0.1	0.49	1.5

Objaśnienia do tabeli 3.9-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3.9-1. Wartości średnich rocznych stężeń kadmu (Cd) uzyskane w 2015 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

3.10. Nikiel

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza niklem jest poziom docelowy, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podany w tabeli 3.10-1.

Tabela 3.10-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza niklem - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy Ni w powietrzu [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	20	Sa

Nikiel – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM₁₀

Zanieczyszczenie powietrza niklem w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza niklem w 2015 roku uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 36 stanowiskach, w 12 aglomeracjach oraz w 18 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców. W trzech aglomeracjach i w jednym mieście wykorzystano dane z więcej niż jednego stanowiska, w pozostałych przypadkach uwzględniono wyniki z jednego stanowiska w mieście.

Wartości średnich rocznych stężeń niklu w 2015 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie były niskie - mieściły się w granicach od 0.6 ng/m³ do 4.5 ng/m³ (tab. 3.10-2). Najniższe wartości uzyskano z pomiarów w Aglomeracji Szczecińskiej. Najwyższe stężenie odnotowano na stanowisku pomiarowym w Aglomeracji Lubelskiej (tab. 3.10-2, rys. 3.10-1). Jego wartość była jednak niska, nie przekraczała jednej czwartej poziomu docelowego. Na żadnym ze stanowisk w rozważanych miastach i aglomeracjach stężenia niklu nie przekroczyły poziomu docelowego.

Tabela 3.10-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń niklu prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

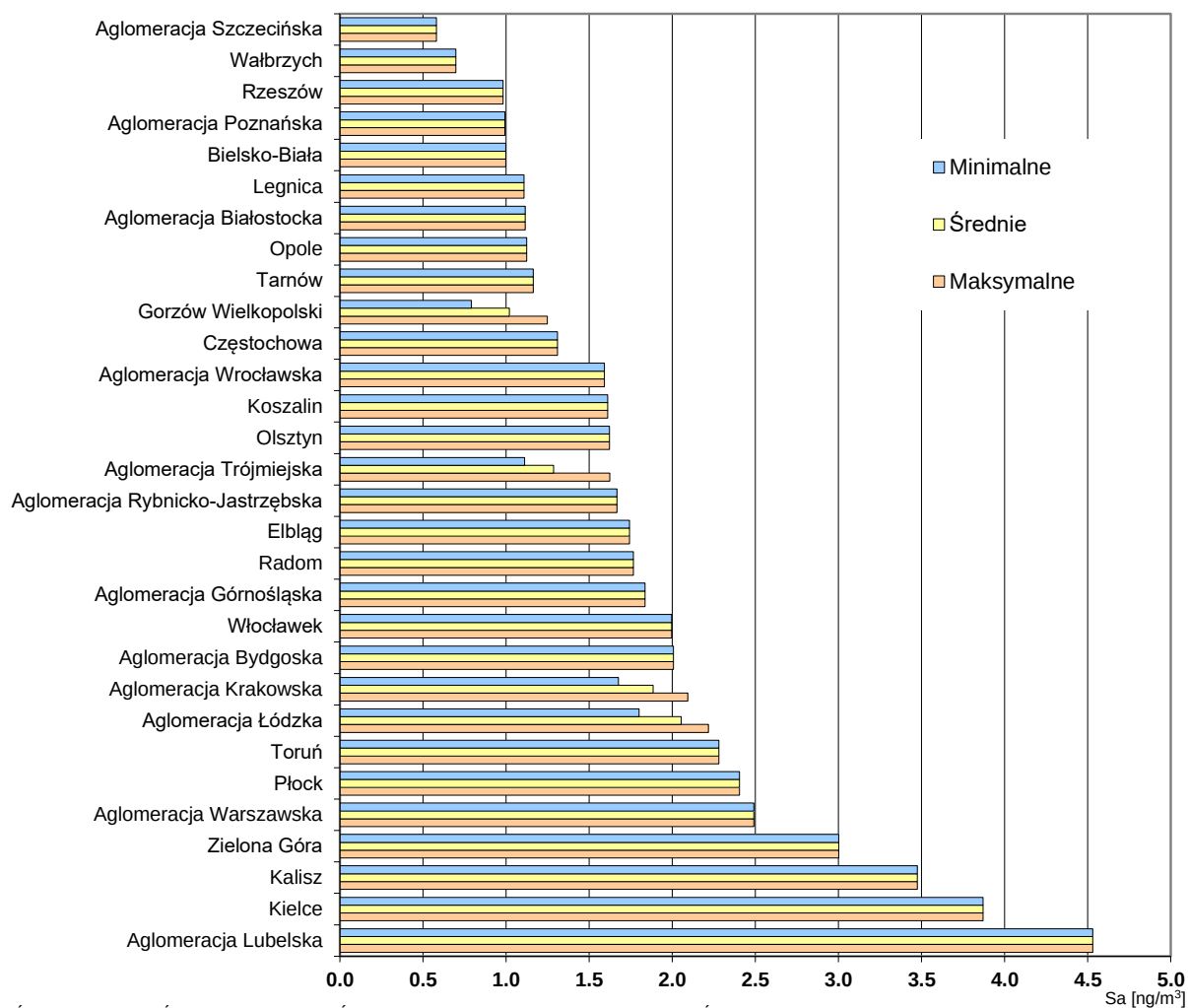
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne Ni			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	1.1	1.1	1.1
2	Aglomeracja Bydgoska	1	2.0	2.0	2.0
3	Aglomeracja Górnośląska	1	1.8	1.8	1.8
4	Aglomeracja Krakowska	2	1.7	1.88	2.1
5	Aglomeracja Lubelska	1	4.5	4.5	4.5
6	Aglomeracja Łódzka	3	1.8	2.05	2.2
7	Aglomeracja Poznańska	1	1.0	1.0	1.0
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1.7	1.7	1.7
9	Aglomeracja Szczecińska	1	0.6	0.6	0.6
10	Aglomeracja Trójmiejska	3	1.1	1.29	1.6
11	Aglomeracja Warszawska	1	2.5	2.5	2.5
12	Aglomeracja Wrocławska	1	1.6	1.6	1.6
13	Bielsko-Biała	1	1.0	1.0	1.0
14	Częstochowa	1	1.3	1.3	1.3
15	Elbląg	1	1.7	1.7	1.7
16	Gorzów Wielkopolski	2	0.8	1.02	1.2
17	Kalisz	1	3.5	3.5	3.5
18	Kielce	1	3.9	3.9	3.9
19	Koszalin	1	1.6	1.6	1.6
20	Legnica	1	1.1	1.1	1.1
21	Olsztyn	1	1.6	1.6	1.6
22	Opole	1	1.1	1.1	1.1
23	Płock	1	2.4	2.4	2.4
24	Radom	1	1.8	1.8	1.8
25	Rzeszów	1	1.0	1.0	1.0
26	Tarnów	1	1.2	1.2	1.2
27	Toruń	1	2.3	2.3	2.3
28	Wałbrzych	1	0.7	0.7	0.7
29	Włocławek	1	2.0	2.0	2.0
30	Zielona Góra	1	3.0	3.0	3.0
Suma końcowa		36	0.6	1.77	4.5

Objaśnienia do tabeli 3.10-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3.10-1. Wartości średnich rocznych stężeń niklu (Ni) uzyskane w 2015 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców.

3.11. Benzo(a)piren

Kryteria oceny

Dopuszczalne stężenie benzo(a)pirenu w powietrzu (poziom docelowy), ustanowione w celu ochrony zdrowia, obowiązujące w Polsce na podstawie rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.11-1.

Tabela 3.11-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem B(a)P - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy B(a)P w powietrzu* [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	1 ⁵	Sa

* Całkowita zawartość B(a)P w pyłe zawieszonym PM10

Zanieczyszczenie powietrza benzo(a)pirenem w aglomeracjach i w dużych miastach

Ocena zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem (B(a)P) za 2015 rok została przeprowadzona na podstawie wyników pomiarów uzyskanych na 43 stanowiskach, znajdujących się w 12 aglomeracjach i w 18 dużych miastach (o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys.).

W 10 aglomeracjach/miastach podstawę oceny stanowiły stężenia z dwóch lub trzech stanowisk w mieście. W pozostałych 20 miastach i aglomeracjach, dostępne były wyniki pomiarów stężeń tylko z jednego stanowiska.

Średnie roczne stężenia benzo(a)pirenu uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie były wysokie - wynosiły od 0.9 ng/m³ do 10.5 ng/m³ (tab. 3.11-2). W aglomeracjach i miastach, dla których w ocenie wzięto pod uwagę więcej niż jedno stanowisko, uśrednione wartości stężeń wynosiły od 1.66 ng/m³ w Aglomeracji Szczecińskiej do 7.68 ng/m³ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej.

Wartości nie przekraczające poziomu docelowego B(a)P w powietrzu, uzyskano jedynie z pomiarów na stanowisku w Koszalinie (0.9 ng/m³) i w Olsztynie (1.3 ng/m³). Na pozostałych stanowiskach (41 z 43) wartości stężenia średniego rocznego B(a)P były wyższe od poziomu docelowego (1 ng/m³)⁵.

⁵ Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, stężenie docelowe uznaje się za przekroczone, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m³.

Podobnie jak w poprzednich latach, najwyższe wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu uzyskano na stanowiskach znajdujących się na terenie Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej. Bardzo wysokie stężenia zanotowano także w Aglomeracji Górnośląskiej oraz Aglomeracji Krakowskiej (tab. 3.11-2, rys. 3.11-1). Stężenia B(a)P w wymienionych aglomeracjach były wielokrotnie wyższe od poziomu docelowego, w każdym przypadku na kilku stanowiskach uwzględnionych w ocenie.

Tabela 3.11-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń benzo(a)pirenu prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Aglomeracja / miasto	Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	1	1.8	1.8	1.8
2	Aglomeracja Bydgoska	1	1	4.4	4.4	4.4
3	Aglomeracja Górnośląska	3	3	5.0	6.27	8.6
4	Aglomeracja Krakowska	2	2	7.0	7.67	8.3
5	Aglomeracja Lubelska	1	1	2.8	2.8	2.8
6	Aglomeracja Łódzka	3	3	4.6	5.30	6.0
7	Aglomeracja Poznańska	1	1	2.0	2.0	2.0
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2	4.8	7.68	10.5
9	Aglomeracja Szczecińska	2	2	1.6	1.66	1.8
10	Aglomeracja Trójmiejska	3	3	2.0	2.24	2.6
11	Aglomeracja Warszawska	2	2	2.0	2.22	2.5
12	Aglomeracja Wrocławska	2	2	3.1	3.36	3.6
13	Bielsko-Biała	1	1	5.4	5.4	5.4
14	Częstochowa	1	1	3.0	3.0	3.0
15	Elbląg	1	1	2.0	2.0	2.0
16	Gorzów Wielkopolski	2	2	2.0	2.71	3.4
17	Kalisz	1	1	2.8	2.8	2.8
18	Kielce	2	2	5.0	5.55	6.1
19	Koszalin	1		0.9	0.9	0.9
20	Legnica	1	1	5.5	5.5	5.5
21	Olsztyn	1		1.3	1.3	1.3
22	Opole	1	1	3.4	3.4	3.4
23	Płock	1	1	1.8	1.8	1.8
24	Radom	1	1	3.2	3.2	3.2
25	Rzeszów	1	1	3.9	3.9	3.9
26	Tarnów	1	1	4.2	4.2	4.2
27	Toruń	1	1	2.6	2.6	2.6
28	Wałbrzych	1	1	4.7	4.7	4.7

Lp.	Aglomeracja / miasto	Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
29	Włocławek	1	1	4.5	4.5	4.5
30	Zielona Góra	1	1	2.1	2.1	2.1
	Razem	43	41	0.9	3.85	10.5

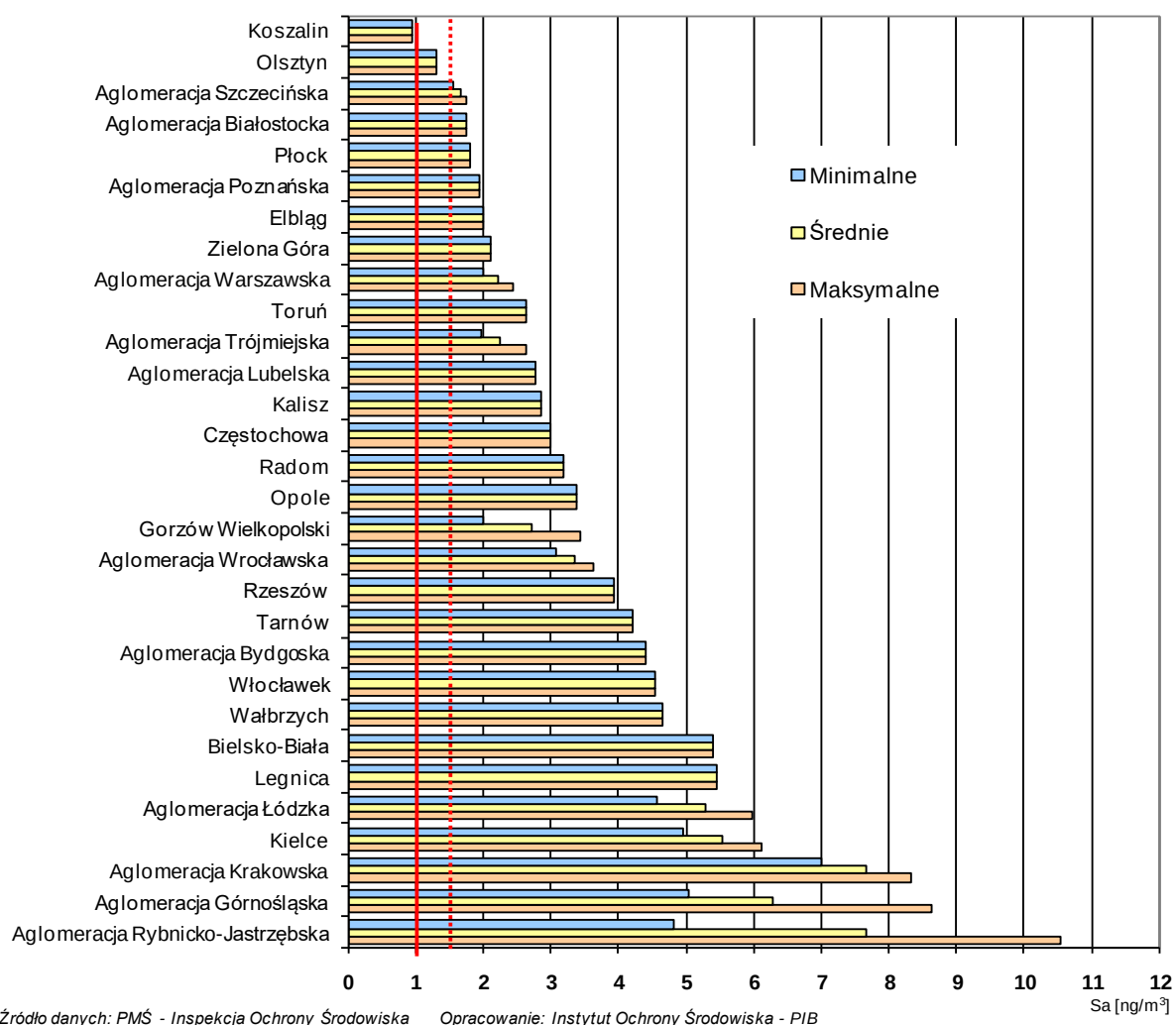
Objaśnienia do tabeli 3.11-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od poziomu docelowego; zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, poziom docelowy uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m³.

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

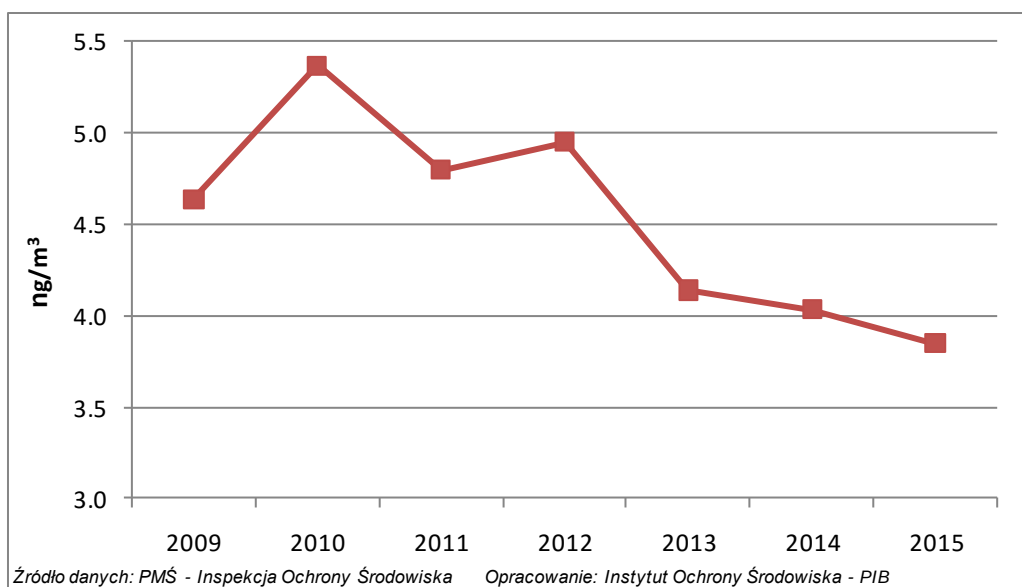
Pomiary stężeń B(a)P w Polsce od wielu lat wykazują występowanie przekroczeń wartości normatywnych stężeń tego zanieczyszczenia, niekiedy bardzo znacznych, na dużej liczbie stanowisk i w różnych rejonach kraju. Występowanie przekroczeń poziomu docelowego wiąże się z wysokim poziomem stężeń B(a)P w okresie zimowym. Zwiększone stężenia B(a)P w okresie zimy w Polsce wynikają z dużej jego emisji (szczególnie ze źródeł tzw. niskiej emisji związanej z ogrzewaniem budynków) oraz z gorszych niż latem warunków dyspersji zanieczyszczeń w sezonie chłodnym. W wielu rejonach kraju znaczna część budynków indywidualnych oraz z sektora mieszkaniowo-usługowego jest ogrzewana indywidualnie, z wykorzystaniem paliw stałych: węgla kamiennego i drewna. W dalszym ciągu stosowane są piece, kotły, paleniska o niskiej sprawności energetycznej, nie gwarantujące właściwych warunków spalania paliw. Ocenia się, że w 2014 roku emisja z procesów spalania poza przemysłem stanowiła ok. 86% całkowitej emisji krajowej B(a)P. W rezultacie, w wielu rejonach kraju stężenia benzo(a)pirenu są wysokie – wyższe od poziomu docelowego B(a)P.



Rys. 3.11-1. Wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu (BaP) uzyskane w 2015 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Trendy zmian stężeń B(a)P

Trend zmian stężeń B(a)P w dużych miastach i aglomeracjach przedstawiono przy pomocy wskaźnika, którego wartość oblicza się dla każdego roku jako średnią arytmetyczną ze stężeń średnich rocznych B(a)P uzyskanych na wszystkich stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych w rozważanych 30 miastach i aglomeracjach, dla których dostępne są poprawne serie wyników pomiarów (rys.3.11-2). Wartości wskaźnika dla lat 2009-2015 pokazują, że najwyższe stężenia B(a)P wystąpiły w 2010 r. W roku tym notowano wysokie stężenia również innych zanieczyszczeń, w tym PM₁₀ i PM_{2.5}. Po spadku stężeń w 2011 r., w 2012 r. zanotowano niewielki wzrost wskaźnika. W latach 2012-2015 zaobserwowano spadkową tendencję stężeń – wartość wskaźnika zmniejszyła się z 4.95 ng/m³ w 2012 r. do 3.85 ng/m³ w 2015 r. Stężenia w latach 2013 -2015 były niższe niż stężenia B(a)P w poprzednich 4 latach. W okresie 2010-2015 wartość wskaźnika spadła z 5.37 ng/m³ do wspomnianych wcześniej 3.85 ng/m³, czyli o ok. 28% w stosunku do wartości z 2010 r.



Rys. 3.11-2. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne B(a)P w latach 2009-2015

3.12. Pył PM2.5

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 jest poziom dopuszczalny, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, wprowadzony do prawa polskiego rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu.

Tabela 3.12-1. Kryterium oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężenia	Dopuszczalny poziom PM2.5 w powietrzu ¹⁾ [μg/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	25	Sa

¹⁾ poziom dopuszczalny dla pyłu zawieszonego PM2.5 do osiągnięcia do dnia 1 stycznia 2015 r.

Dodatkowo, dla stężeń pyłu PM2.5 na terenie dużych miast (powyżej 100 tys. mieszkańców) i aglomeracji określone zostały wartości kryterialne dla krajowego wskaźnika średniego narażenia (WK). Wartość WK od 2015 r. nie powinna przekraczać pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 μg/m³), a od 2020 r. krajowego celu redukcji narażenia (KCRN=18 μg/m³).

Zasady obliczania wskaźników średniego narażenia oraz krajowego wskaźnika średniego narażenia określono w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny

dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (Dz. U. z 2012 r., poz. 1029).

Wartość pułapu stężenia ekspozycji została określona w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031).

Wartość krajowego celu redukcji narażenia została określona w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia (Dz. U. z 2012 r., poz. 1030).

Stężenia pyłu PM_{2.5} w aglomeracjach i w dużych miastach

Oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2.5} w 2015 roku dokonano na podstawie wyników pomiarów z 47 stanowisk, znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys.

Wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM_{2.5} uzyskane z pomiarów w rozważanych aglomeracjach i miastach wynosiły w 2015 roku od 13 µg/m³ do 44 µg/m³ (tab. 3.12-2). Stężenia uśrednione w poszczególnych rozważanych miastach, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska (z uwzględnieniem wyników pomiarów prowadzonych na stanowiskach „komunikacyjnych”) wynosiły od 14 µg/m³ do 37 µg/m³. W aglomeracjach lub miastach, w których uwzględniono pojedyncze stanowiska, średnie roczne stężenia PM_{2.5} na tych stanowiskach wynosiły od 13 µg/m³ do 28 µg/m³.

Najniższe wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM_{2.5}, uśrednionych w skali miasta, uzyskano w Aglomeracji Trójmiejskiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najniższe wartości uzyskano w Koszalinie (rys. 3.12-1).

Stężenia średnie roczne na stanowiskach z najwyższymi stężeniami w danej aglomeracji lub mieście, mieściły się w granicach od 13 µg/m³ do 44 µg/m³. Najwyższe stężenia Sa uzyskano na stanowisku „komunikacyjnym” znajdującym się na terenie Aglomeracji Krakowskiej. Spośród stanowisk tła miejskiego, najwyższe stężenie średnie roczne PM_{2.5} zanotowano również w Krakowie (34 µg/m³).

W 2015 r. przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych PM_{2.5} wystąpiły na 15 z 47 stanowisk. W 11 z 30 rozważanych aglomeracji i miast przekroczenia dopuszczalnych stężeń PM_{2.5} miały miejsce przynajmniej na jednym stanowisku. Spośród 12 miast i aglomeracji, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, w 2 aglomeracjach przekroczenia wystąpiły jednocześnie na wszystkich stanowiskach pomiarowych uwzględnionych w ocenie (Aglomeracja Krakowska, Aglomeracja Górnośląska). Przekroczenia wystąpiły też w 5 z 18 miast i aglomeracji, w których oceny dokonano na podstawie wyników z jednego stanowiska (tab. 3.12-2, rys. 3.12-1).

Tabela 3.12-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie pomiarów stężeń PM2.5, prowadzonych w 2015 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja/miasto	Stężenie średnie roczne PM2.5				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ^{1, 2)}	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	2		19	20.3	21
2	Aglomeracja Bydgoska	2		16	18.9	22
3	Aglomeracja Górnośląska	3	3	27	30.3	33
4	Aglomeracja Krakowska	3	3	33	36.9	44
5	Aglomeracja Lubelska	2	1	21	24.8	28
6	Aglomeracja Łódzka	3	1	21	24.1	30
7	Aglomeracja Poznańska	1		24	24	24
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	28	28	28
9	Aglomeracja Szczecińska	2		15	17.3	19
10	Aglomeracja Trójmiejska	2		13	13.5	14
11	Aglomeracja Warszawska	3		21	22.9	24
12	Aglomeracja Wrocławska	3	1	23	25.7	30
13	Bielsko-Biała	1	1	26	26	26
14	Częstochowa	1	1	26	26	26
15	Elbląg	1		15	15	15
16	Gorzów Wielkopolski	1		17	17	17
17	Kalisz	1	1	27	27	27
18	Kielce	1	1	26	26	26
19	Koszalin	1		13	13	13
20	Legnica	1		23	23	23
21	Olsztyn	1		17	17	17
22	Opole	1		21	21	21
23	Płock	2		21	21.4	21
24	Radom	2	1	25	26.6	28
25	Rzeszów	1		23	23	23
26	Tarnów	1		25	25	25
27	Toruń	1		19	19	19
28	Wałbrzych	1		19	19	19
29	Włocławek	1		18	18	18
30	Zielona Góra	1		19	19	19
	Razem	47	15	13	23.2	44

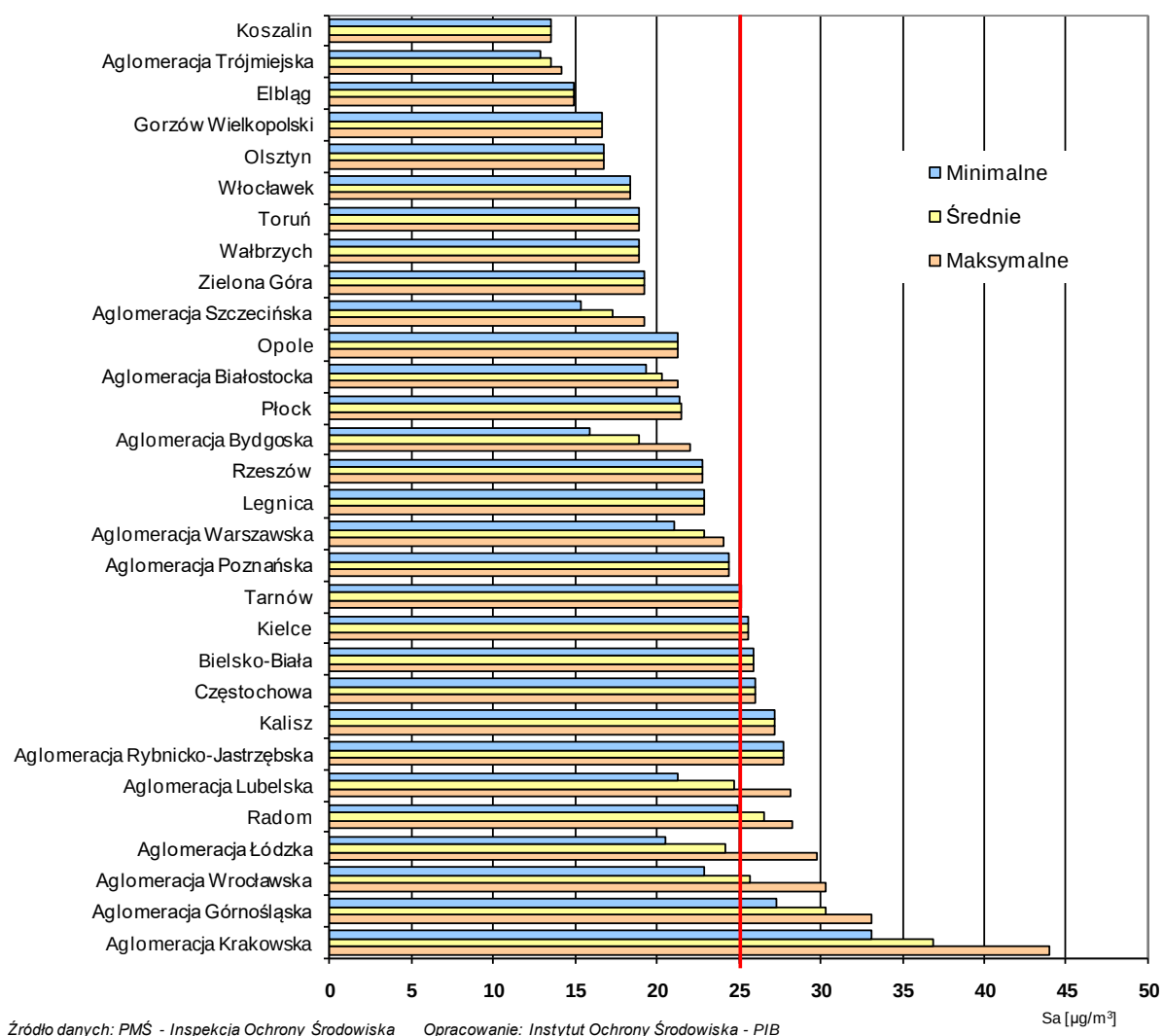
Objaśnienia do tabeli 3.12-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość stężenia średniego rocznego Sa była wyższa od wartości normatywnej (poziomu dopuszczalnego)

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

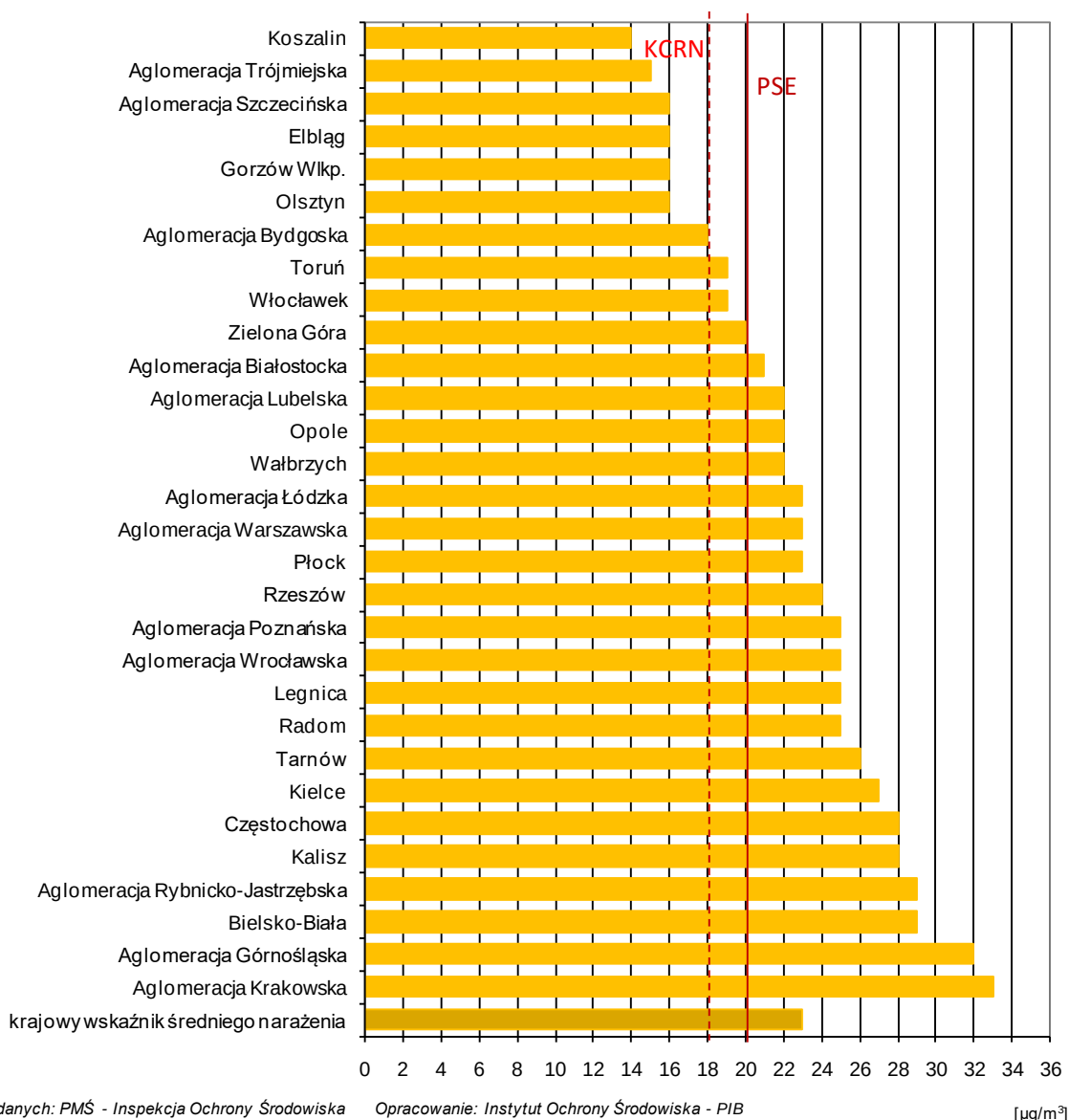
Głównym źródłem emisji pyłu PM_{2.5} w Polsce jest sektor bytowo–komunalny oraz, w mniejszym stopniu, środki transportu (ruch drogowy). W skład pyłu PM_{2.5} wchodzi także cząstki wtórnego aerozolu, powstającego w atmosferze w procesach zachodzących z udziałem zanieczyszczeń gazowych. Cząstki aerozolu wtórnego mogą pojawiać się w rejonach znacznie oddalonych od źródeł emisji gazowych prekursorów aerozolu, zwiększając stężenia pyłu pochodzącego z lokalnych źródeł emisji pierwotnej w danym rejonie.



Rys. 3.12-1. Średnie roczne stężenia pyłu PM_{2.5} uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2015 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Jedną z miar obrazujących zanieczyszczenie powietrza pyłem PM_{2.5} na terenie dużych miast i aglomeracji jest wskaźnik średniego narażenia. Zgodnie z odpowiednimi rozporządzeniami Ministra Środowiska, wskaźniki średniego narażenia (WM) oblicza się dla 30 miast i aglomeracji (tych samych, które uwzględniono w rozdz. 3 niniejszego opracowania) na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2.5} prowadzonych na wybranych, ustalonych stanowiskach tła miejskiego. Ponadto oblicza się krajowy wskaźnik średniego narażenia (WK).

Wskaźniki dla 2015 obliczono na podstawie wyników pomiarów stężeń PM_{2.5} z lat 2013, 2014 i 2015. Wartości wskaźników dla roku 2015 przedstawiono na rys. 3.12-2.



Rys. 3.12-2. Wskaźniki średniego narażenia WM i krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2015 r. oraz wartości pułapu stężenia ekspozycji (PSE) (pionowa czerwona linia) i krajowego celu redukcji narażenia (KCRN) (pionowa czerwona przerywana linia).

Wartości wskaźników średniego narażenia WM wynosiły od 14 µg/m³ do 33 µg/m³. Najniższą wartość wskaźnika uzyskano w Koszalinie (14 µg/m³), najwyższą w Aglomeracji Krakowskiej (33 µg/m³).

W większości rozważanych miast i aglomeracji wartości wskaźników przekraczały pułap stężenia ekspozycji (PSE) oraz poziom Krajowego Celu Redukcji Narażenia (KCRN).

W 20 miastach i aglomeracjach wskaźnik średniego narażenia był w 2015 r. wyższy od pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 µg/m³), w 10 niższy od lub równy tej wartości.

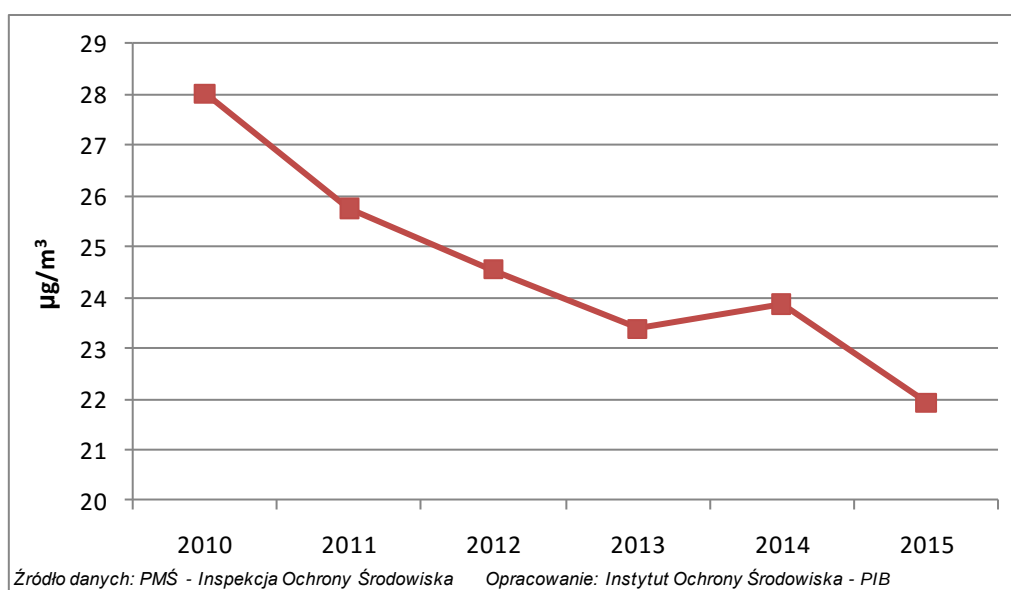
W miastach i aglomeracjach południowej części Polski wskaźniki są z reguły wyższe niż w centrum i na północy kraju. W dwóch aglomeracjach w tym rejonie Polski wartości

wskaźnika WM przekraczają $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W pasie województw północnych, od woj. zachodniopomorskiego do warmińsko-mazurskiego i dodatkowo w woj. kujawsko-pomorskim, wartości wskaźników WM nie przekraczają pułapu stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2015 roku wynosił $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość wyższa zarówno od poziomu pułapu stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), jak i od poziomu krajowego celu redukcji narażenia ($\text{KCRN}=18 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Trendy zmian stężeń pyłu PM_{2.5}

Trend zmian stężeń pyłu PM_{2.5} w dużych miastach i aglomeracjach zaprezentowano przy pomocy wskaźnika, którego wartość oblicza się dla każdego roku jako średnią arytmetyczną ze stężeń średnich rocznych PM_{2.5} uzyskanych ze stałego zbioru 32 stanowisk, z których wyniki pomiarów uwzględniane są przy obliczaniu krajowego wskaźnika średniego narażenia.

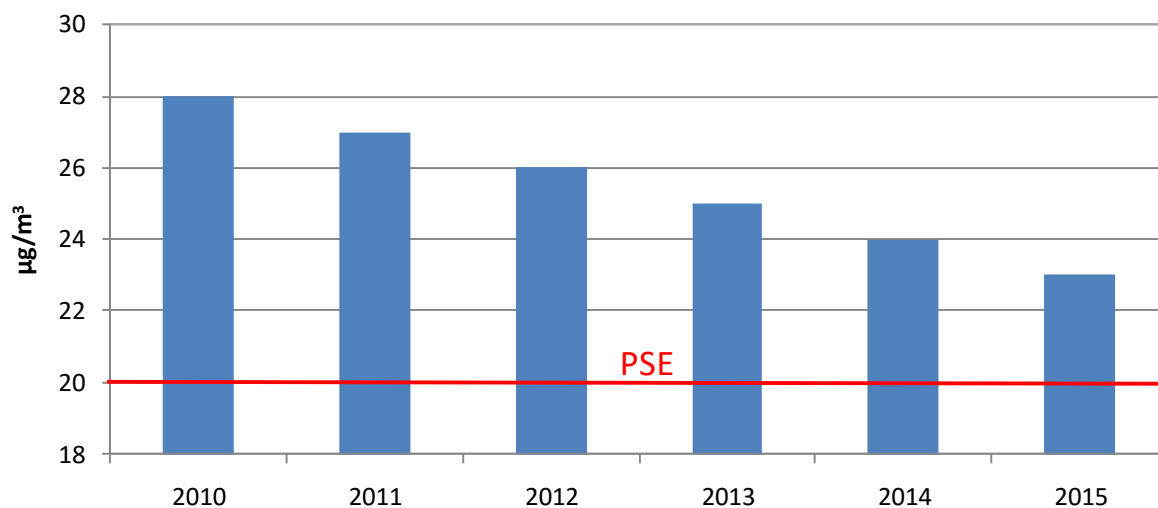


Rys. 3.12-3. Stężenie średnie roczne PM_{2.5} w latach 2010-2015, uśrednione dla zbioru 32 stanowisk znajdujących się na terenie aglomeracji i dużych miast, uwzględnianych przy obliczaniu wskaźnika średniego narażenia (WK)

Wartości wskaźnika dla lat 2010-2015 (rys. 3.12-3) pokazują, że najwyższe stężenia PM_{2.5} wystąpiły w 2010 r. W roku tym notowano wysokie stężenia również innych zanieczyszczeń, w tym PM₁₀ i B(a)P. W latach 2010-2013 zaobserwowano spadkową tendencję stężeń – wartość wskaźnika spadła z $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2010 r. do $23,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2013 r. W 2014 r. nastąpił wzrost stężeń PM_{2.5} - uśrednione stężenia w tym roku były o ok. $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wyższe niż rok wcześniej (wzrost o 2%). W 2015 r. uśrednione stężenia były najniższe dla sześciolatka objętego analizą, niższe niż w 2013 r. i niższe o 8% niż w 2014 r.

Spadkowy trend stężeń pyłu PM2.5 potwierdza też stały spadek wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia WK (o $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na rok), określonego na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 prowadzonych na 32 stanowiskach tła miejskiego zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach (rys. 3.12-4). Wskaźnik dla każdego roku oblicza się jako średnią kroczącą z ostatnich 3 lat z wartości średnich ze stężeń średnich rocznych z 32 wytypowanych stanowisk.

W latach 2010-2015 wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia (WK) obniżyły się z $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2010 r. do $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2015 r. W całym rozważanym okresie wskaźniki WK przewyższały wartość pułapu stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



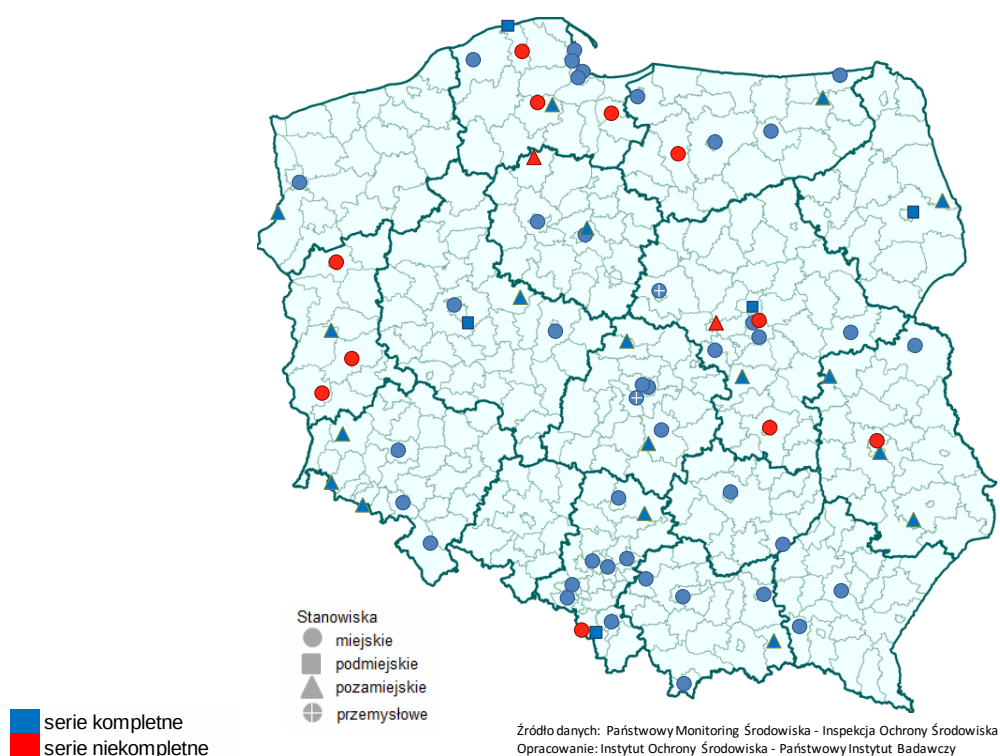
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3.12-4. Zmiany krajowego wskaźnika średniego narażenia PM2.5 w latach 2010-2015

4. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju

4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu

Informacje o stężeniach ozonu w Polsce w 2015 r. uzyskano z 78 stanowisk pomiarowych: 53 miejskich (w tym 20 zlokalizowanych na terenie aglomeracji), 5 podmiejskich oraz 20 pozamiejskich. Spośród serii wyników uwzględnionych w opracowaniu, tylko część z nich (65) spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych stężeń ozonu, pozwalając na prawidłowe obliczanie kryterialnych parametrów statystycznych. Lokalizację stanowisk pomiarowych, ich typ oraz status kompletności serii wyników pomiarów z 2015 r. przedstawiono na rys. 4.1-1. Pomiary stężeń ozonu na wszystkich stanowiskach prowadzone były zgodnie z metodyką referencyjną (fotometria UV).



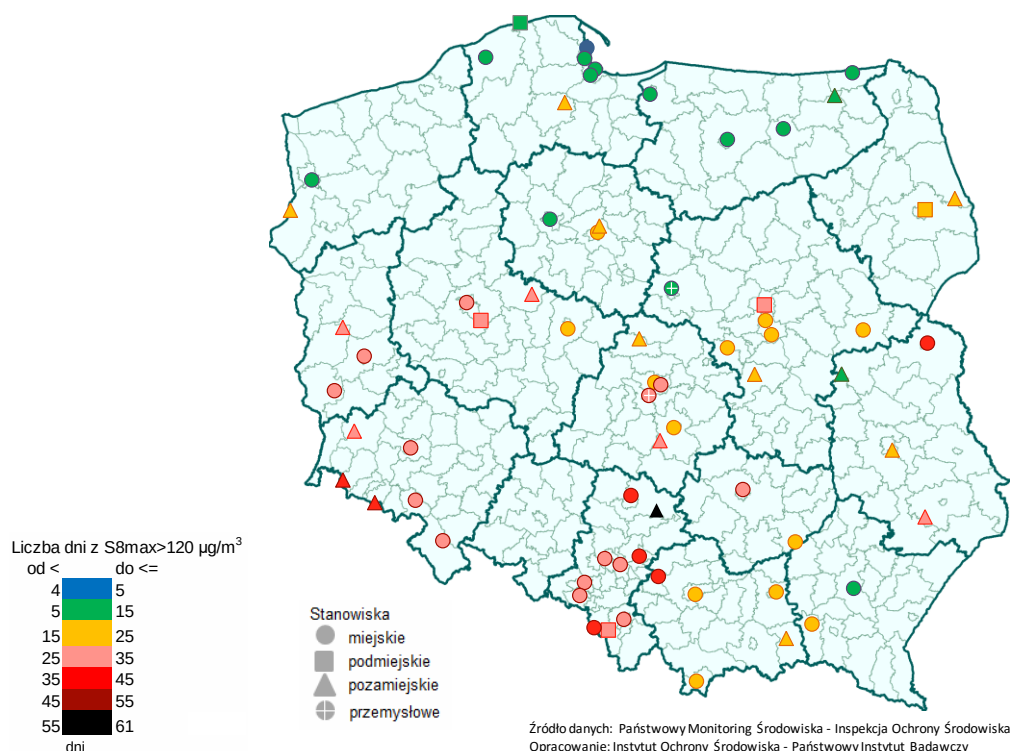
Rys. 4.1-1. Stanowiska pomiarowe stężeń ozonu, z których wyniki z 2015 r. wykorzystano w opracowaniu

4.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2015 roku

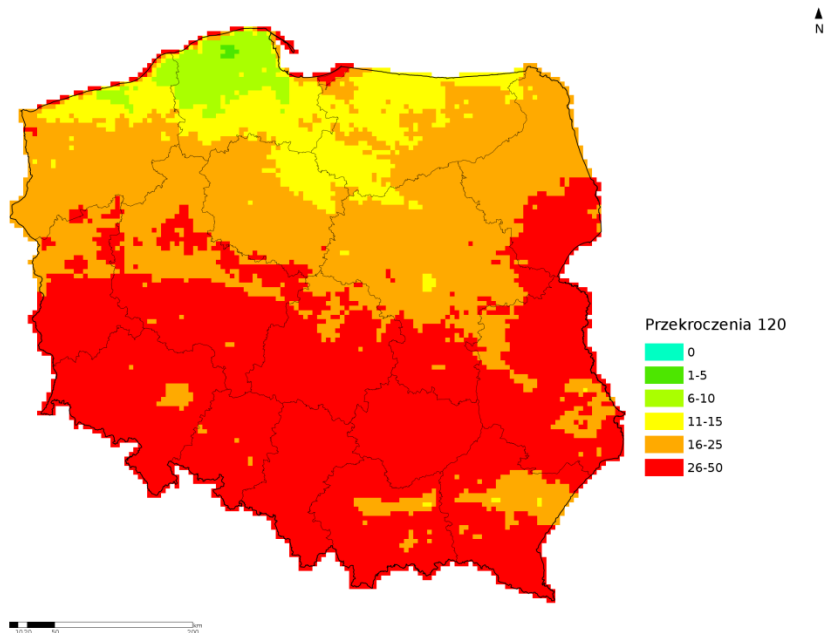
W 2015 r. stężenia 8-godz. ozonu wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość poziomu docelowego dla ozonu, zob. tabela 3.5-1) wystąpiły na wszystkich stanowiskach pomiarowych z kompletnymi seriami pomiarowymi (65) oraz na 12 z 13 stanowisk niespełniających kryteriów kompletności (rys. 4.2-1). Najwięcej dni z przekroczeniem stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacji w Złotym Potoku w woj. śląskim (61 dni). Na 30 stanowiskach stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły w ciągu więcej niż 25 dni w 2015 r. Na północy Polski

wystąpiło najmniej przypadków przekroczeń poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz., najwięcej w woj. śląskim. Na rys. 4.2-2 przedstawiono liczbę dni z przekroczeniami uzyskaną na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości tego parametru przyjmują najwyższe wartości na południu Polski, najniższe na północy (z wyłączeniem strefy brzegowej Bałtyku).

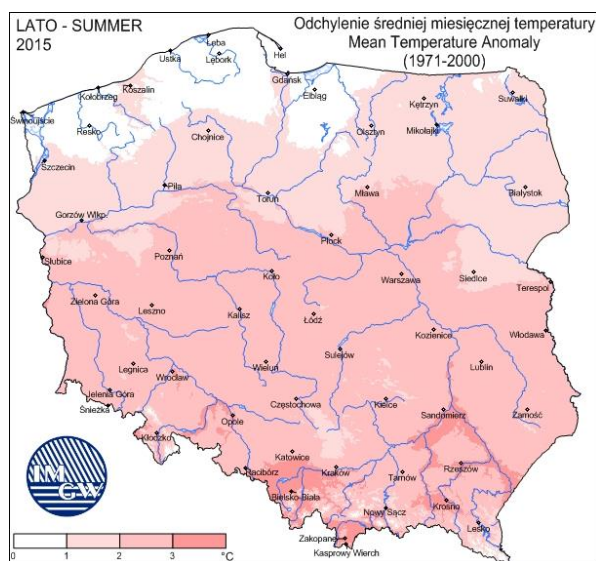
Warunki meteorologiczne w 2015 r., szczególnie w pierwszej połowie sierpnia 2015 r., sprzyjały powstawaniu i utrzymywaniu się wysokich stężeń ozonu troposferycznego. Średnia temperatura powietrza dla okresu letniego (czerwiec-sierpień) była na przeważającym obszarze Polski wyższa o 2-3 stopnie od średniej dla wielolecia 1971-2000 (rys. 4.2-3). W klasyfikacji termicznej miesięcy i roku wg H. Lorenc (rys. 4.2-4), miesiące od czerwca do września 2014 r. zaliczono do kategorii od „lekko ciepło” do „ekstremalnie ciepło” (źródło: IMGW).



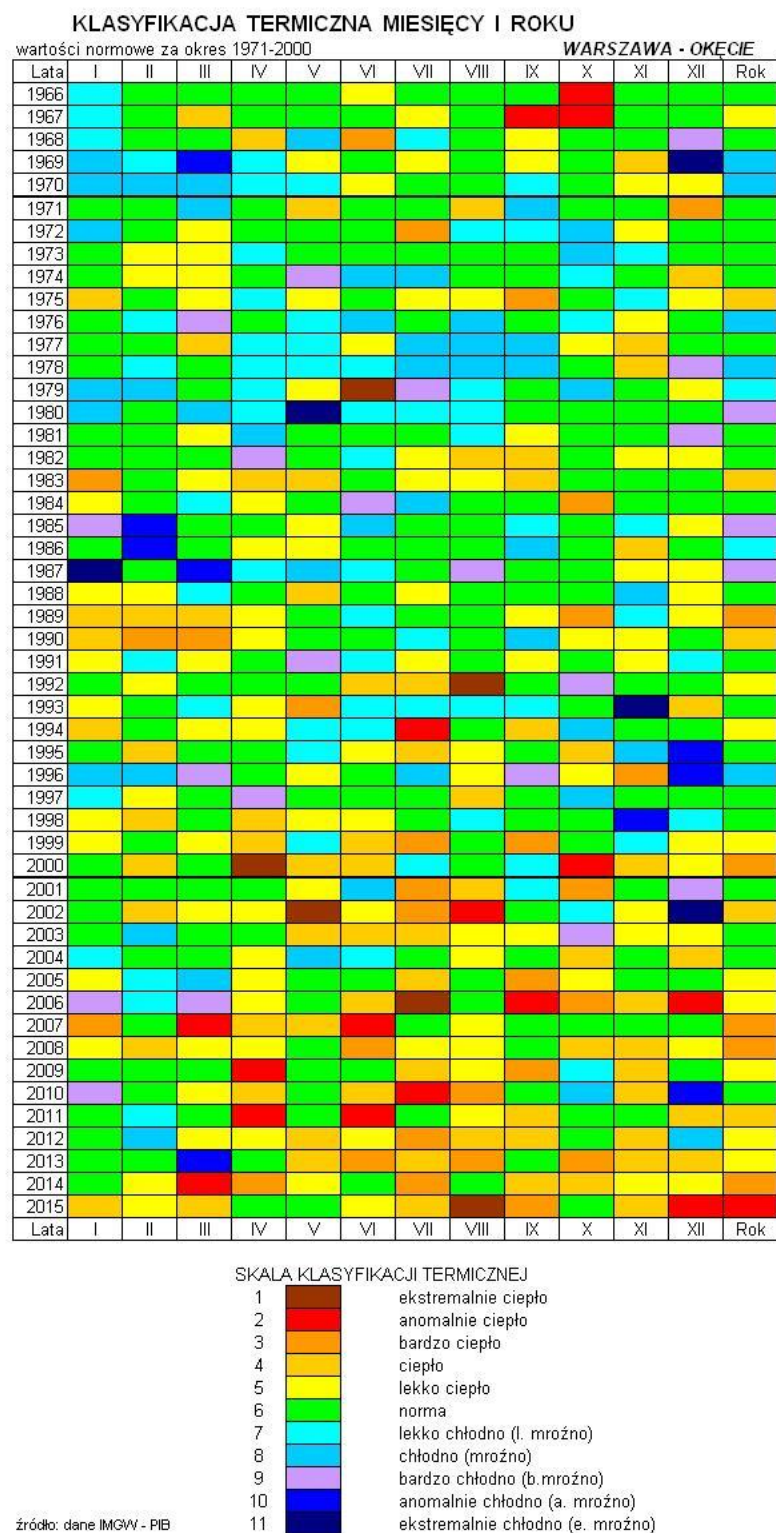
Rys. 4.2-1. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2015 r.



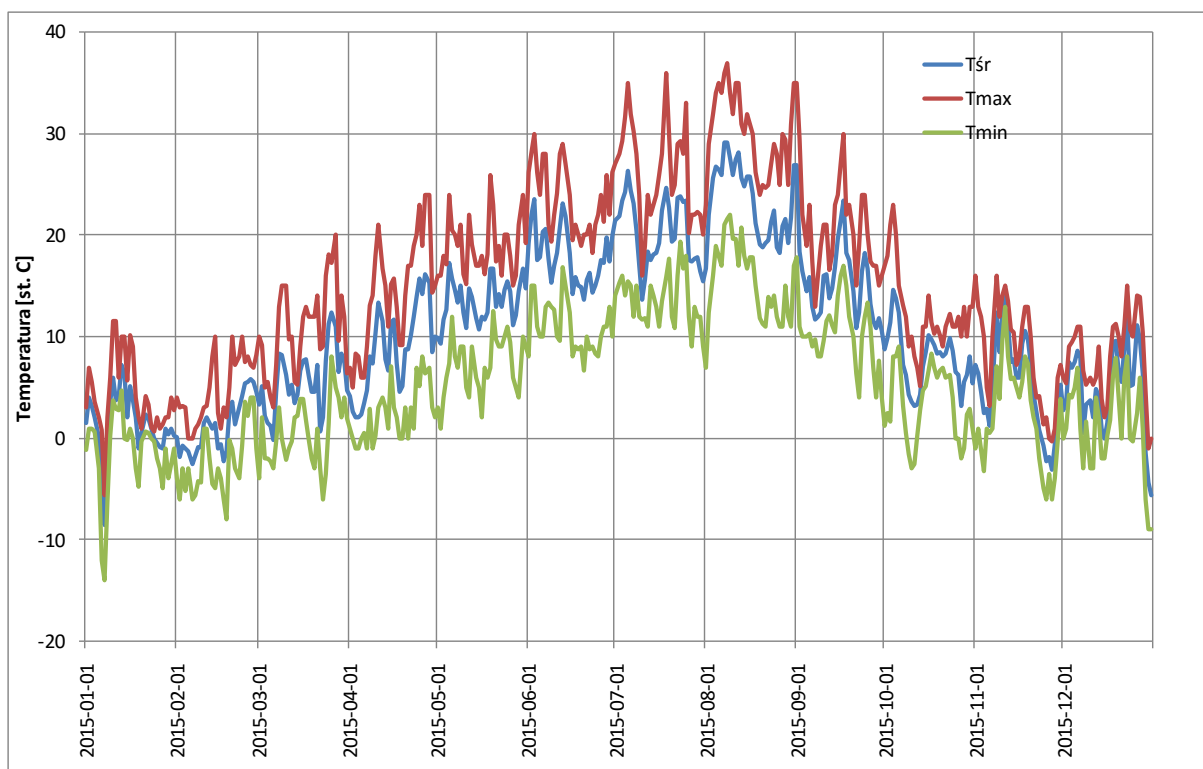
Rys. 4.2-2. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2015 r. oszacowana na podstawie wyników modelowania i pomiarów
Źródło: Raport z modelowania stężeń ozonu w skali kraju. Rok 2015. Ekometria 2016



Rys. 4.2-3. Odchylenie średniej temperatury lata 2015 (czerwiec-sierpień) od średniej dla wielolecia 1971-2000. *Źródło: IMGW*



Rys. 4.2-4. Klasyfikacja termiczna miesięcy i roku wg H. Lorenc (źródło: IMGW)



Rys. 4.2-5. Temperatura średnia dobową, maksymalna i minimalna na stacji IMGW Warszawa Okęcie
 Źródło: <http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdoselect.cmd?datasetabbv=GSOD&countryabbv=&georegionabbv=&resolution=40>

Na rys. 4.2-5 przedstawiono przebieg temperatury powietrza na stacji IMGW Warszawa Okęcie. W dniach 3-17 sierpnia temperatura maksymalna codziennie przekraczała 30 st. C, a w dniach 7-8 sierpnia temperatura maksymalna wynosiła 36 i 37 st. C. W tych dniach zachmurzenie było małe, usłonecznienie przekraczało 12 godz./dzień, opady atmosferyczne nie występowały. Warunki te sprzyjały powstawaniu i utrzymywaniu się w atmosferze wysokich stężeń ozonu.

Przebieg maksimumów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na rysunku 4.2-6 (mozaika). Na tym rysunku, dla każdego stanowiska każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 8-godzinnego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2015 r. oraz liczbę dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym w większych stężeniach przy sprzyjających warunkach meteorologicznych, w atmosferze zawierającej tzw. prekursorzy ozonu (tlenki azotu, węglowodory i inne substancje uczestniczące w procesie powstawania ozonu w troposferze). Poziom stężenia ozonu w danym okresie i miejscu zależy przede

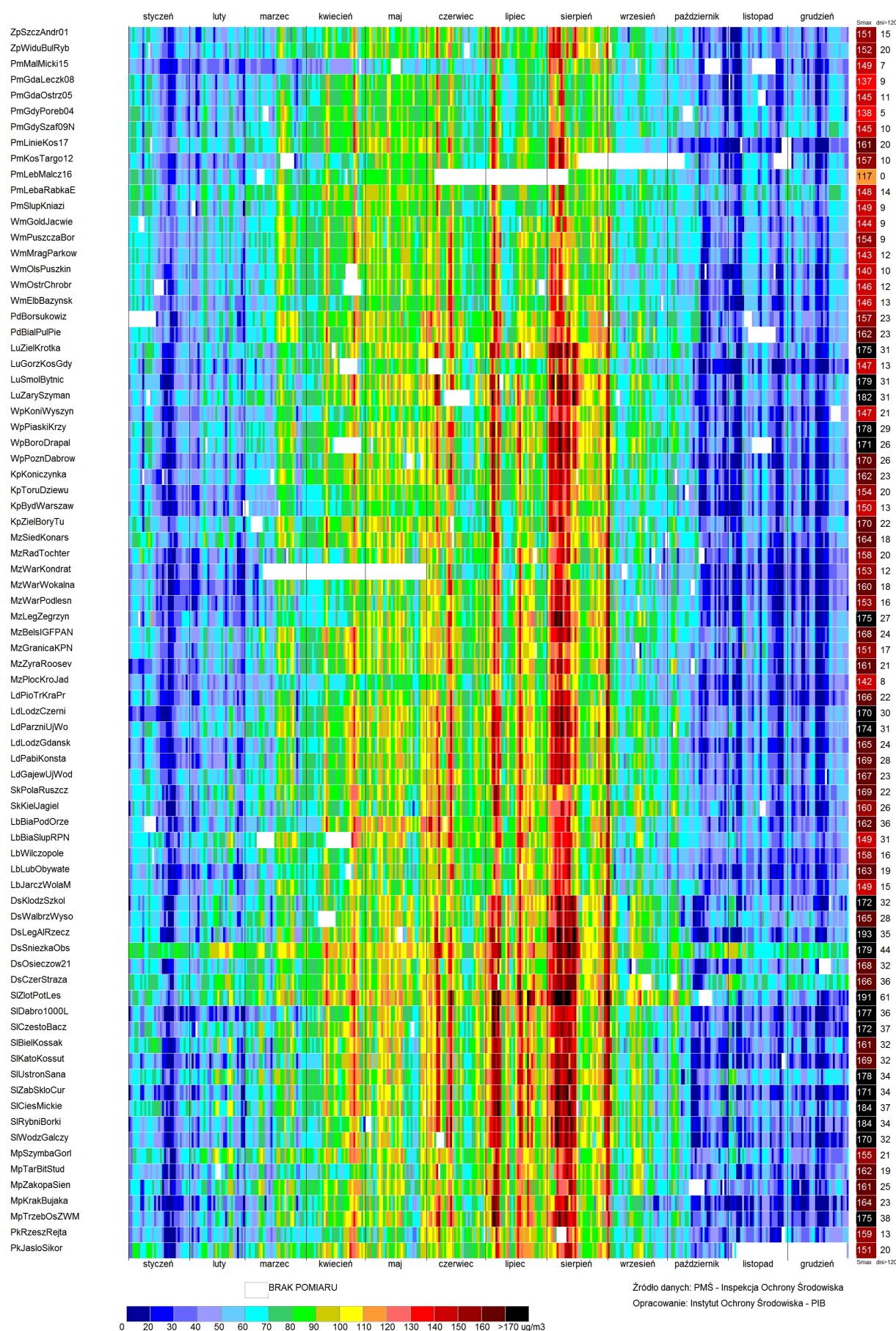
wszystkim od warunków meteorologicznych (natężenie promieniowania słonecznego, temperatura powietrza), a także od stopnia zanieczyszczenia ozonem i prekursorami ozonu powietrza napływającego nad rozważany obszar.

W 2015 r. wysokie stężenia ozonu na większości stanowisk notowane były okresowo od marca do września. W sezonie ciepłym 2015 r., podobnie jak w latach poprzednich, występowały kilkudniowe okresy z wysokimi stężeniami ozonu, rozdzielone okresami z niższymi stężeniami (rys. 4.2-6, 4.2-7, 4.2-8). Najczęściej podwyższone stężenia ozonu notowano jednocześnie na znacznej części obszaru Polski, a w wielu przypadkach, jednocześnie na znacznym obszarze Europy.

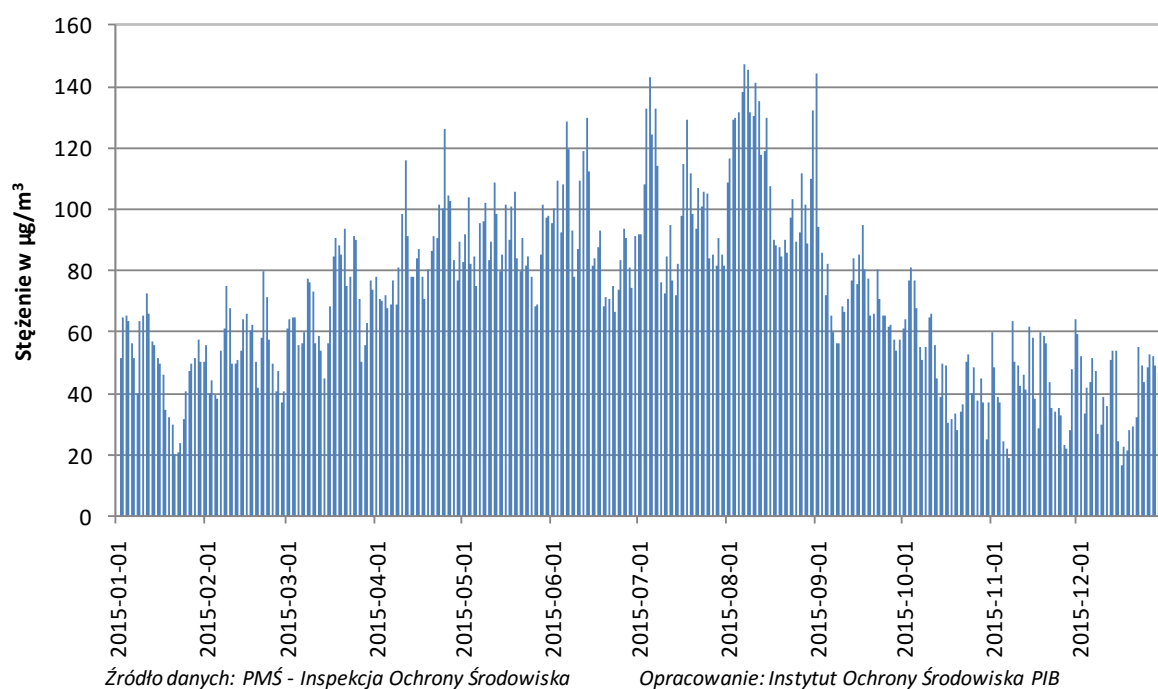
W 2015 r. wyraźnie wyższe stężenia niż w pozostałe dni wystąpiły na znacznej powierzchni kraju w okresach:

- 4-7.07.2015,
- 3-12.8.2015,
- 31.08-1.09.2015.

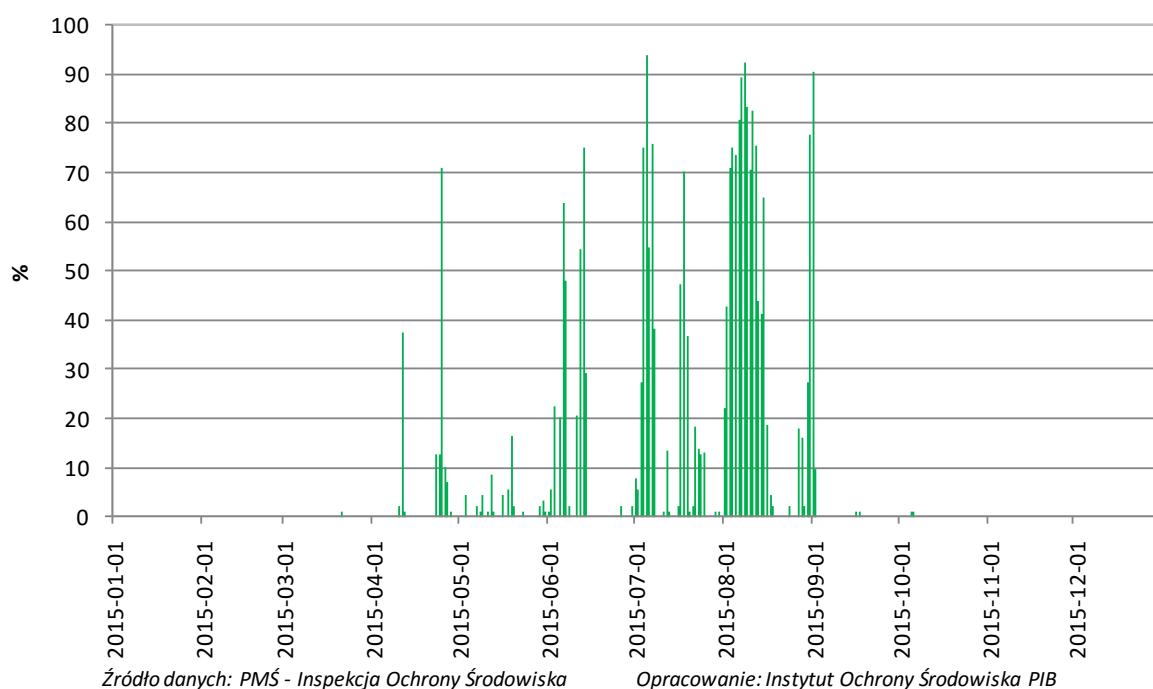
Najdłuższy epizod wysokich stężeń ozonu miał miejsce w pierwszej połowie sierpnia. Na niektórych stacjach, stężenia ozonu przekraczały poziom $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ codziennie przez 15 kolejnych dni.



Rys. 4.2-6. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu w 2015 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)



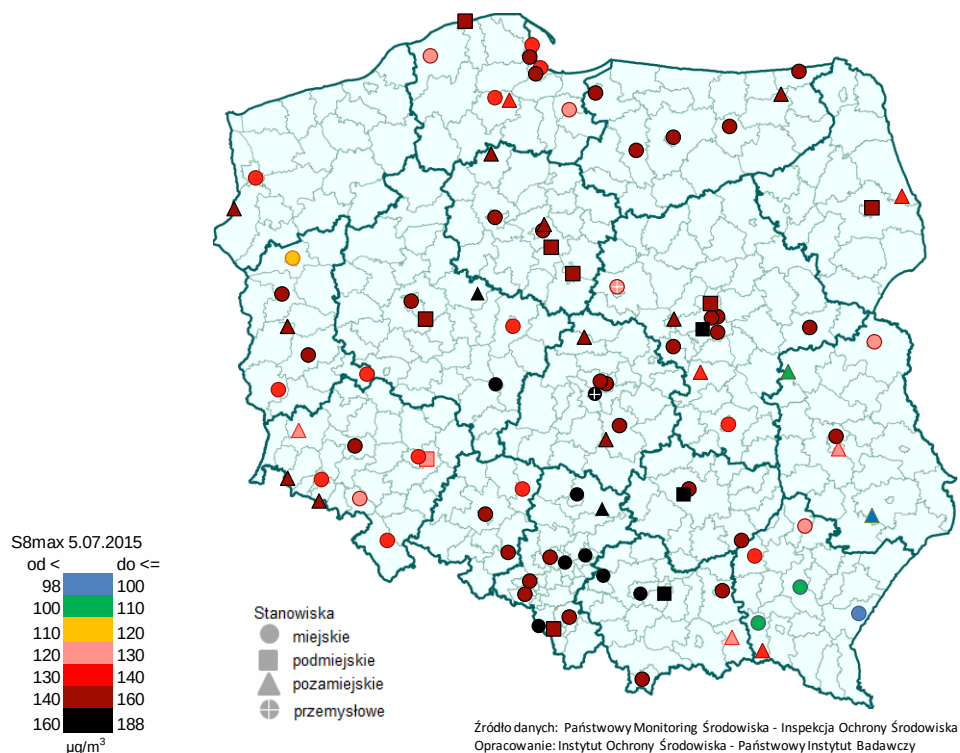
Rys. 4.2-7. Uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju maksima dobowe ze stężeń 8-godz. ozonu w 2015 r.



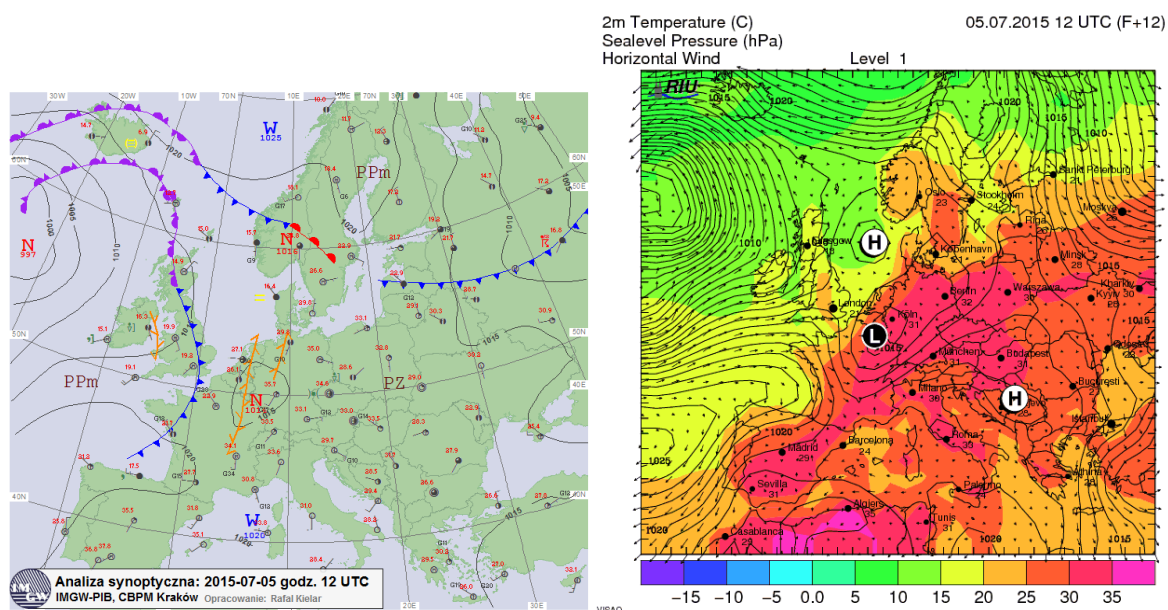
Rys. 4.2-8. Procentowy udział stanowisk, na których w danym dniu 2015 r. wystąpiło stężenie 8 godz. ozonu wyższe od 120 µg/m³

W pierwszym z wymienionych wyżej okresów z wysokimi stężeniami ozonu (4-7.07.2015 r.), kulminacja stężeń wystąpiła w dniu 5 lipca (rys. 4.2-9). W tym dniu stężenia

8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na 94 procentach stanowisk w Polsce. Przekroczenia wystąpiły we wszystkich województwach. Polska znajdowała się wówczas w obszarze podwyższonego ciśnienia, w masie powietrza zwrotnikowego (rys. 4.2-10). Było bardzo ciepło, temperatura przekraczała 30 stopni C, wiał słaby wiatr. Były to warunki sprzyjające powstawaniu i utrzymywaniu się w powietrzu wysokich stężeń ozonu nie tylko na terenie Polski, ale również na znacznym obszarze Europy: od Włoch i Francji poprzez kraje środkowoeuropejskie, w tym Niemcy i Polskę, do południowej części Szwecji (rys. 4.2-11).

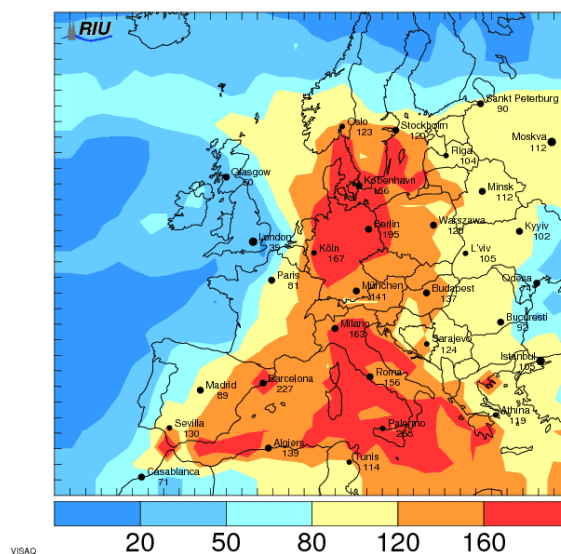


Rys. 4.2-9. Maksyma dzienne ze stężeń 8-godz. kroczących ozonu w dniu 5.07.2015 r.



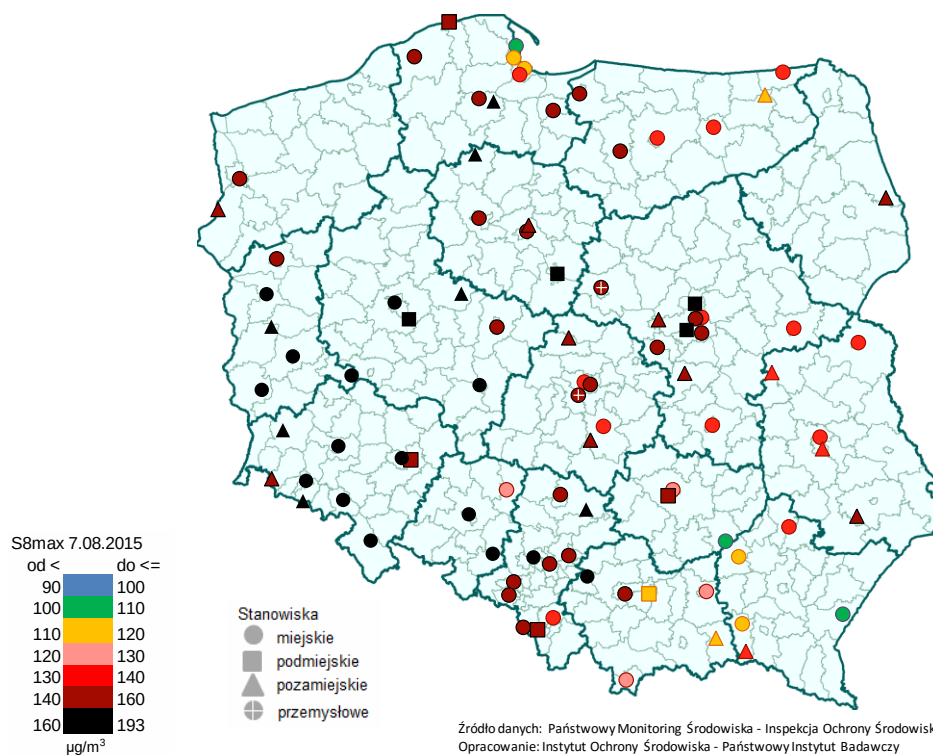
Rys. 4.2-10. Mapa synoptyczna na dzień 5.07.2015 g. 12 UTC (Źródło: IMGW) oraz prognoza sytuacji meteorologicznej w Europie na dzień 5.07.2015 r.

Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html

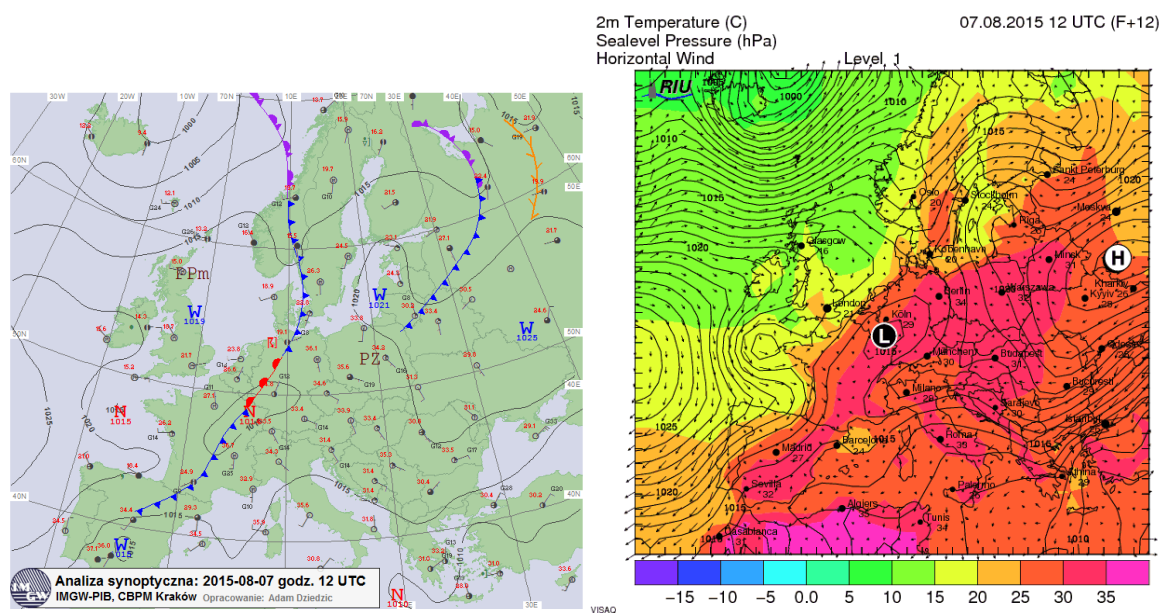


Rys. 4.2-11. Prognoza dobowych stężeń maksymalnych 8-godz. ozonu w Europie na dzień 5.07.2015 r.
Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html

Najdłuższy epizod wysokich stężeń ozonu, obejmujący swym zasięgiem całą Polskę, a także znaczne obszary Europy, miał miejsce w pierwszej połowie sierpnia. Największą intensywność osiągnął w dniach 3-12.08.2015 r., ale na niektórych obszarach (np. w woj. śląskim) wysokie stężenia ozonu utrzymywały się dłużej, nawet od 1 do 15 sierpnia. W dniach 7-8 sierpnia, stężenie 8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło na ok. 90% stanowisk w Polsce (rys. 4.2-12). Przekroczenia wystąpiły we wszystkich województwach, a najwyższe stężenia ozonu notowano w województwach zachodnich i centralnych. Polska znajdowała się wówczas w zasięgu rozległego układu wyżowego, w masie powietrza zwrotnikowego (rys. 4.2-13). Było bardzo ciepło, w niektórych miejscach temperatura przekraczała 35 stopni C, wiał słaby wiatr z południowego wschodu i południa. Były to warunki sprzyjające powstawaniu i utrzymywaniu się w powietrzu wysokich stężeń ozonu nie tylko na terenie Polski, ale również na znacznym obszarze Europy: od Włoch, Szwajcarii poprzez kraje środkowoeuropejskie, w tym Niemcy i Polskę, do południowej części Szwecji (rys. 4.2-14).

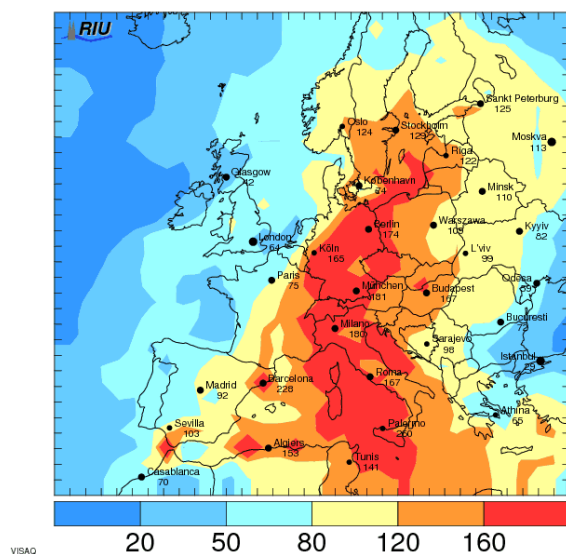


Rys. 4.2-12. Maksima dzienne ze stężeń 8-godz. kroczących ozonu w dniu 7.08.2015 r.



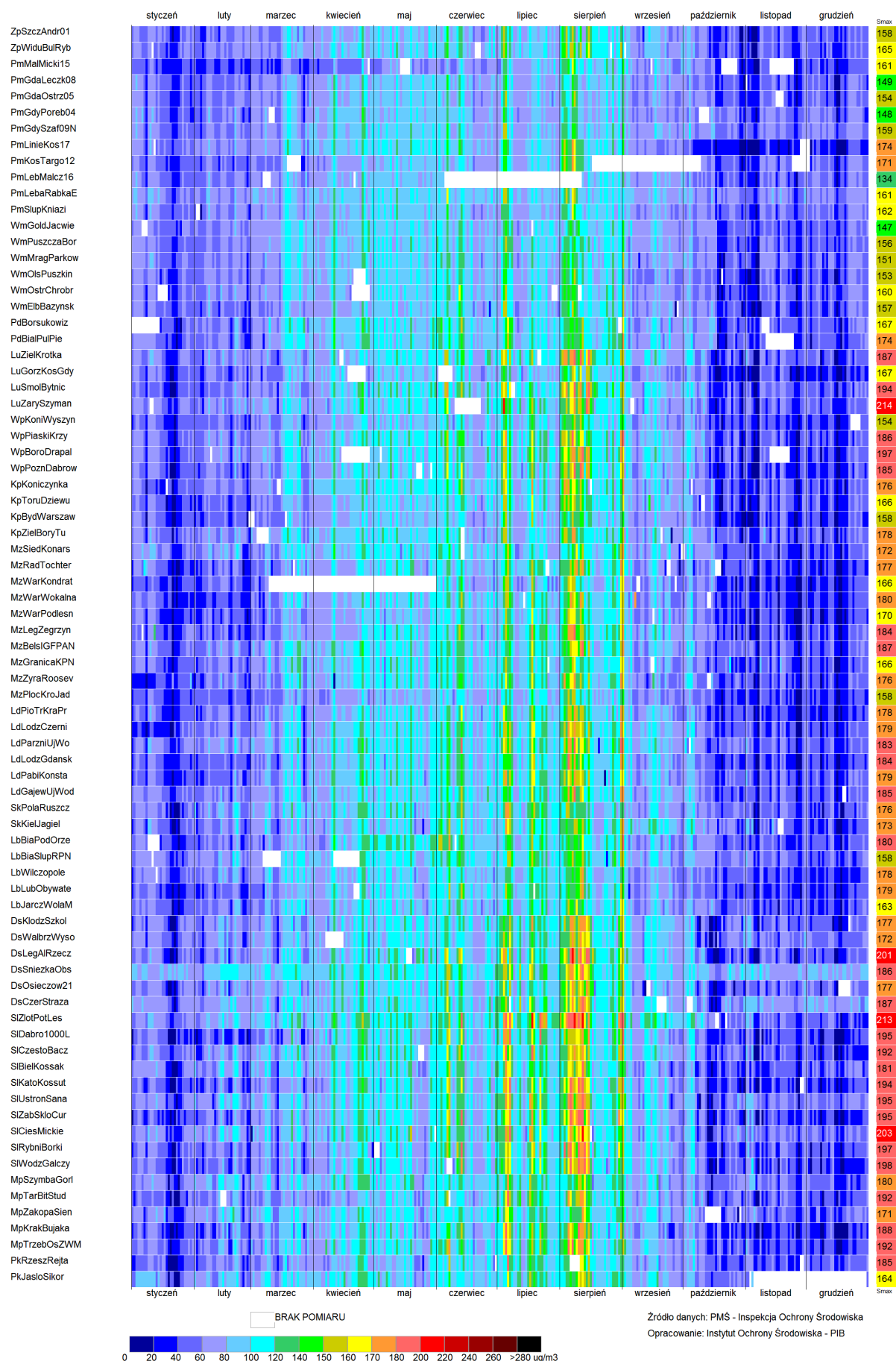
Rys. 4.2-13. Mapa synoptyczna na dzień 7.08.2015 g. 12 UTC (Źródło: IMGW) oraz prognoza sytuacji meteorologicznej w Europie na ten dzień

Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html



Rys. 4.2-14. Prognoza dobowych stężeń maksymalnych 8-godz. ozonu w Europie na dzień 7.08.2015 r.
 Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html

W 2015 r. na żadnym stanowisku nie wystąpiło przekroczenie poziomu alarmowego - $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. ozonu. Próg informowania - $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - był przekroczony na 28 stanowiskach, w 8 województwach. Najwięcej przekroczeń progu informowania miało miejsce w pierwszej połowie sierpnia. Na rysunku 4.2-15 przedstawiono przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2015 r. dla każdego dnia i stanowiska uwzględnionego w ocenie oraz maksimum roczne ze stężeń 1-godz. ozonu na każdym stanowisku.



Rys. 4.2-15. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2015 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)

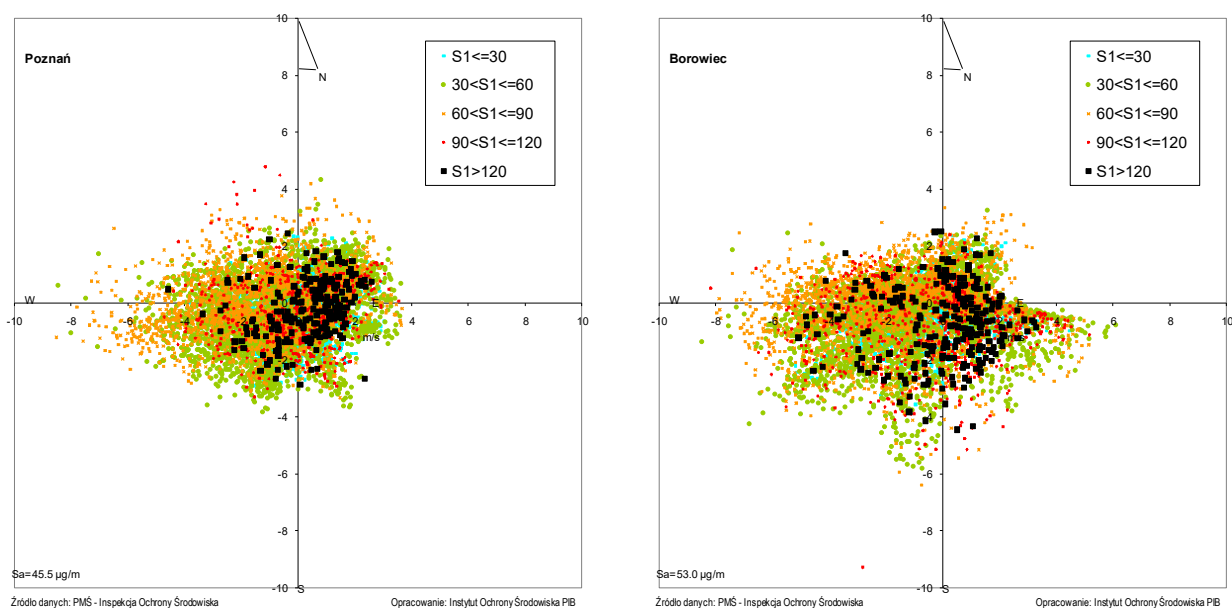
Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na rysunku 4.2-16 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. ozonu w 2015 r. w funkcji kierunku i prędkości wiatru na stacji w Poznaniu i na stacji podmiejskiej w Borowcu k. Poznania. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. ozonu. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Najwyższe stężenia, powyżej $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, oznaczane są kolorem czarnym, nieco niższe, z zakresu $80\text{-}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kolorem czerwonym, itd. Odległość punktu od środka układu współrzędnych (przecięcie czarnych linii na środku wykresu) odpowiada prędkości wiatru w czasie pomiaru, a kierunek wyznaczony linią punkt-środek wykresu odpowiada kierunkowi wiatru podczas pomiaru.

Z prowadzonych jednocześnie pomiarów stężeń ozonu oraz prędkości i kierunku wiatru wynika, że na tych stacjach wysokie stężenia ozonu w 2015 r. występowały przy wiatrach wiejących praktycznie z każdego kierunku (rys. 4.2-16), ale najwięcej przypadków wysokich stężeń ozonu wystąpiło przy słabych wiatrach z kierunków wschodnich. W przypadku innych stacji, z reguły najwyższe stężenia również występują przy wiatrach ze wszystkich kierunków, ale częstość ich występowania dla poszczególnych kierunków wiatru może być inna niż w rejonie Poznania. Częstość występowania wysokich stężeń w zależności od kierunku napływu powietrza może się zmieniać w kolejnych latach.

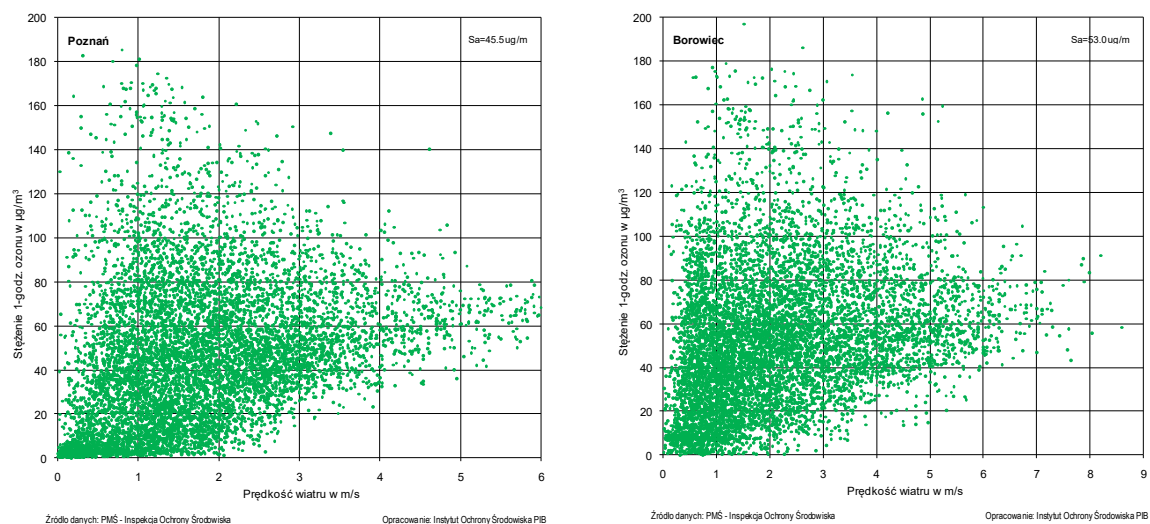
Na wspomnianych stacjach stężenia 1-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ najczęściej występowały przy wiatrach o prędkościach od 0.5 do 3 m/s (rys. 4.2-17). Przy wiatrach o prędkościach powyżej 5 m/s najczęściej występowały stężenia ozonu z zakresu $40\text{-}80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na rysunku 4.2-18 przedstawiono wartości maksimum dobowego stężenia 8-godz. ozonu w 2015 r. w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. ozonu. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Najwyższe stężenia, powyżej $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, oznaczane są kolorem czarnym, nieco niższe, z zakresu $80\text{-}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kolorem czerwonym, itd.

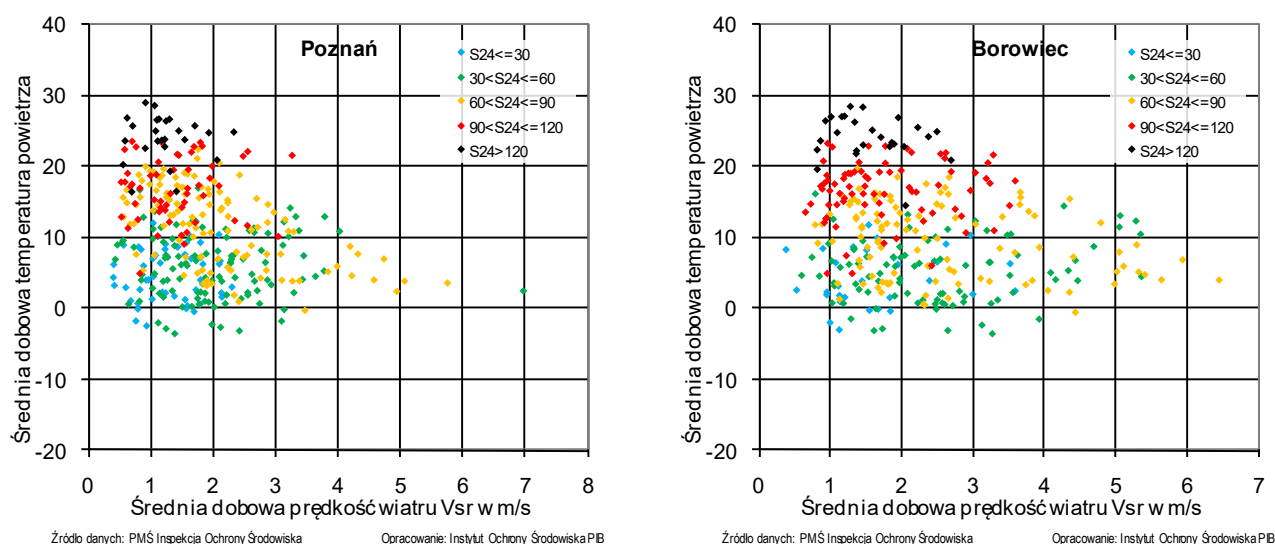
Stężenia 8-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały najczęściej w dni, w których średnia dobową temperatura powietrza przekraczała 20°C , a średnia prędkość wiatru nie przekraczała 2.5 m/s (rys. 4.2-18). W dniach ze średnią prędkością wiatru powyżej 4 m/s maksymalne 8-godz. stężenia ozonu zawierały się w przedziale od 30 do $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, niezależnie od temperatury powietrza.



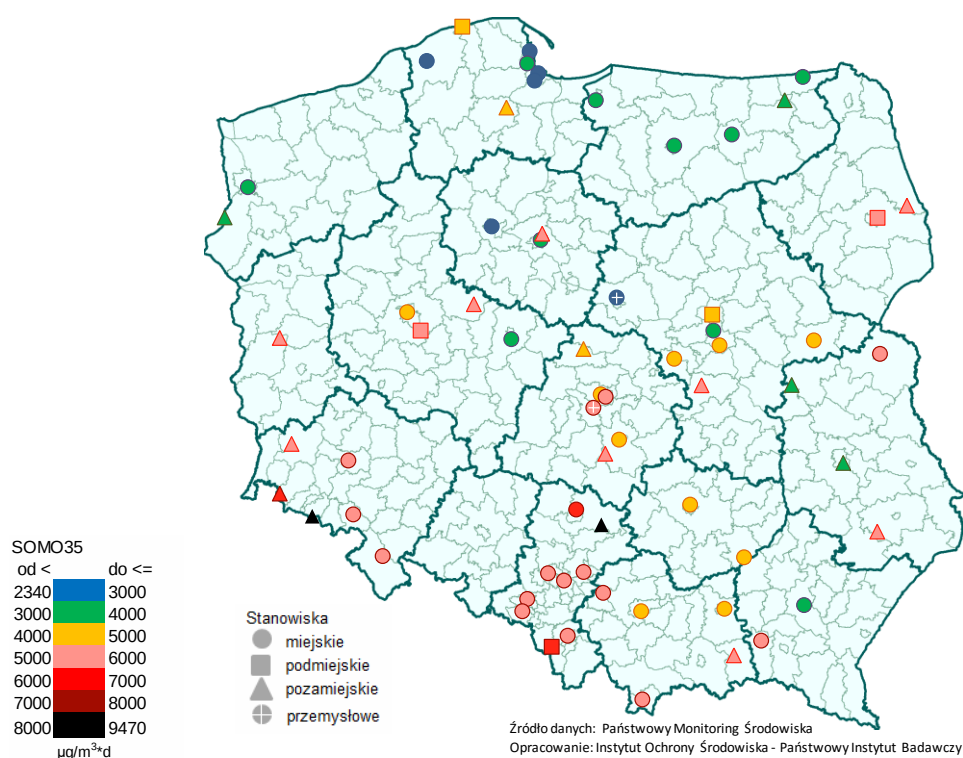
Rys. 4.2-16. Stężenia 1-godz. ozonu w 2015 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Poznaniu i na stacji podmiejskiej w Borowcu k. Poznania



Rys. 4.2-17. Stężenia 1-godz. ozonu w 2015 r. w zależności od prędkości wiatru na stacji w Poznaniu i na stacji podmiejskiej w Borowcu k. Poznania



Rys. 4.2-18. Maksymalne dobowe stężenia 8-godz. ozonu w 2015 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza



Rys. 4.2-19. Wartości parametru SOMO35 w 2015 r. na stanowiskach pomiarowych

Jednym ze wskaźników stosowanych do szacowania wpływu zanieczyszczenia powietrza ozonem na zdrowie jest parametr SOMO35⁶. Jego wartość oblicza się na podstawie maksimum dziennych ze stężeń 8-godz., jako sumę różnic pomiędzy wartością tego stężenia wyrażoną

⁶ Sum of Ozone Means Over 35 ppb

w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku, w którym stężenie to jest większe od $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nie jest określona dopuszczalna wartość tego wskaźnika, lecz im większa jest jego wartość, tym zagrożenie zdrowia ludzi jest większe.

Na rys. 4.2-19 przedstawiono wartości wskaźnika SOMO35 obliczonego dla serii z 2013 roku dla poszczególnych stanowisk pomiarowych w kraju. Wartości SOMO35 wynosiły w miastach od $2340 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na stacji w Gdańsku do $6193 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ w Częstochowie. Na stacjach podmiejskich i pozamiejskich wartości wskaźnika wynosiły od $3700 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na stacji Wilczopole k. Lublina do $9470 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ w Złotym Potoku w woj. śląskim i $9197 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na Śnieżce. Na stanowiskach pozamiejskich wartość SOMO35 jest zwykle wyższa niż na stanowiskach zlokalizowanych w pobliskich miastach. Średnia wartość SOMO35 dla stanowisk pozamiejskich ($5541 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$) jest o przeszło 20% wyższa od wartości SOMO35 uśrednionej dla stanowisk miejskich i podmiejskich ($4336 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$).

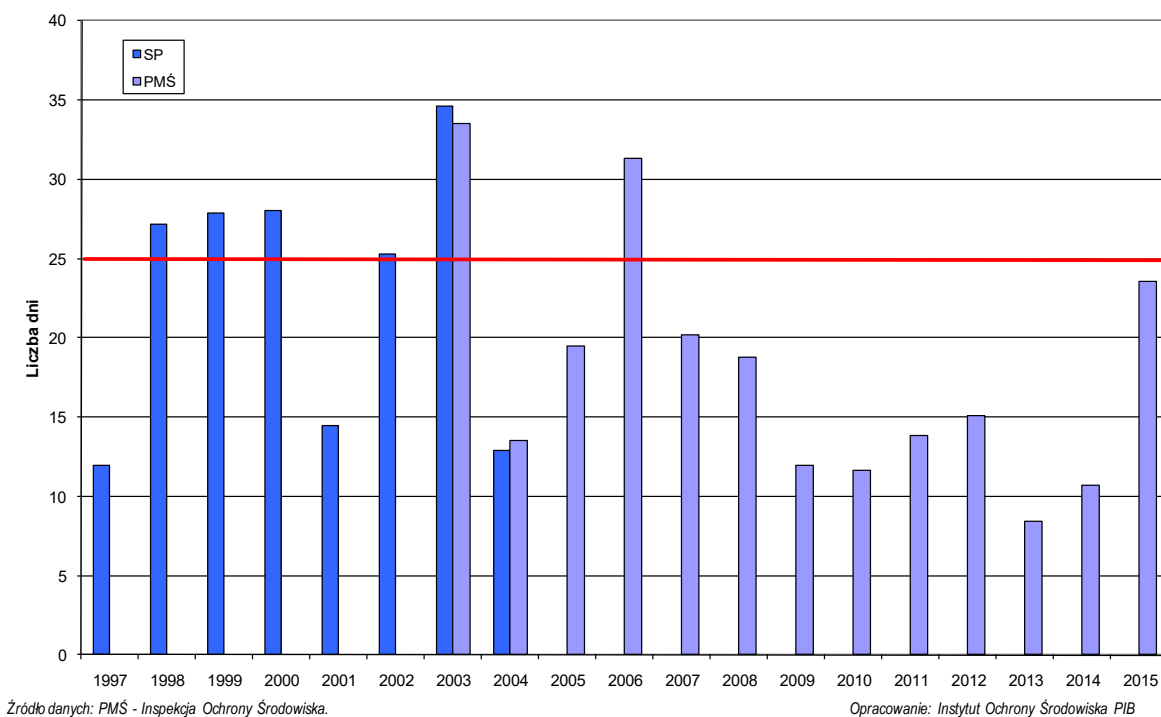
4.3. Trendy zmian stężeń ozonu

Stężenia ozonu w Polsce zależą przede wszystkim od warunków pogodowych oraz zawartości ozonu i jego prekursorów w powietrzu napływającym w sezonie ciepłym nad Polskę. Z uwagi na zmienność wspomnianych warunków w kolejnych latach, z roku na rok zmienia się też stopień zanieczyszczenia powietrza ozonem.

Do zobrazowania zmian stężeń ozonu w skali kraju w kolejnych latach, w odniesieniu do narażenia zdrowia ludzi, jako syntetyczny wskaźnik przyjęto uśrednioną dla wszystkich rozważanych stanowisk liczbę dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu.

Z roku na rok notuje się zmiany wartości tego wskaźnika - od 2004 do 2006 roku zauważalna była tendencja rosnąca. W 2006 roku średnia liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 8-godz. ozonu wynosiła 31.3, co oznacza, że zbliżyła się do rekordowej wartości zanotowanej w 2003 r. Stanowiło to wzrost o przeszło 60% w stosunku do roku poprzedniego (rys. 4.3-1). Na dużą liczbę dni z wysokimi stężeniami ozonu w 2006 r. miały wpływ warunki meteorologiczne, w tym wysokie temperatury powietrza w lipcu 2006. Według klasyfikacji H. Lorenc, lipiec tego roku zaliczono do kategorii „ekstremalnie ciepły” (rys.4.2-4). W następnych latach (2006-2010) wystąpił trend spadkowy wskaźnika. W 2007 r. poziom wskaźnika był zbliżony do jego wartości z 2005 roku, a więc był znacznie niższy niż w roku 2006. W 2008 roku uśredniona liczba dni z przekroczeniami $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zmniejszyła się w niewielkim stopniu w stosunku do wartości z roku poprzedniego i była dużo niższa niż w rekordowych latach 2003 i 2006. W roku 2010 wartość wskaźnika była mniejsza niż rok wcześniej. W 2011 wartość wskaźnika była w dalszym ciągu na stosunkowo niskim poziomie (13.8), ale wyższa o blisko 20% niż rok wcześniej. W 2012 r. zanotowano dalszy wzrost wskaźnika do wartości 15.1. W roku 2013, po znaczącym obniżeniu w stosunku do roku poprzedniego, wartość wskaźnika była najmniejsza dla całego okresu 1997-2015 – uśredniona dla wszystkich stanowisk z kompletnymi seriami pomiarowymi liczba dni w roku ze stężeniami

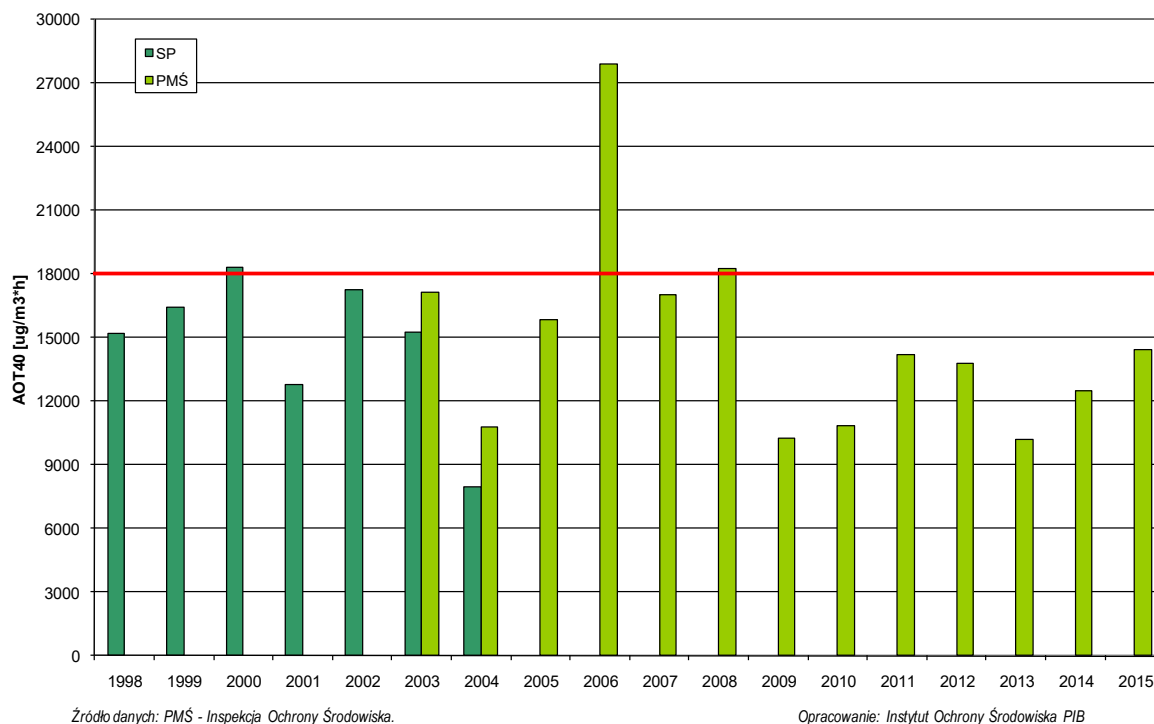
8-godz. wyższymi od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wynosiła 8.4. W 2014 r. zanotowano niewielki wzrost wskaźnika, którego wartość w dalszym ciągu utrzymywała się na bardzo niskim poziomie (10.7). W 2015 r., wskutek między innymi warunków meteorologicznych w sierpniu, nastąpił znaczący wzrost wskaźnika do 23.6. Sierpień 2015, zgodnie z klasyfikacją H. Lorenc, zaliczono do kategorii „ekstremalnie ciepły” (rys.4.2-4). Wartość wskaźnika w 2015 r. była wyższa od wskaźników z poprzednich 8 lat.



Rys. 4.3-1. Uśredniona w kolejnych latach liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu wyższymi od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla wszystkich stanowisk pomiarowych, należących uprzednio do sieci podstawowej (SP, lata 1997-2004) oraz dla lat 2003-2015 dla wszystkich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) uwzględnionych w analizach

Dla zobrazowania zmian stężeń ozonu w skali kraju w kolejnych latach, w odniesieniu do narażenia roślinności, zastosowano syntetyczny wskaźnik zanieczyszczenia powietrza ozonem, obliczany jako średnia arytmetyczna z wartości parametru AOT40 w danym roku ze wszystkich stanowisk, dla których możliwe było prawidłowe obliczenie tego parametru (seria wyników była kompletna). Wartość ta zmieniała się z roku na rok. AOT40 uśrednione dla 2006 roku było najwyższe ze wszystkich lat objętych analizą i wyższe o ok. 75% od wartości obliczonej dla 2005 r. (rys. 4.3-2). Bardzo wysokie wartości parametru AOT40 w 2006 roku należy łączyć z warunkami meteorologicznymi sezonu ciepłego 2006 roku, sprzyjającymi powstawaniu i utrzymywaniu się wysokich stężeń ozonu. W 2007 roku uśredniony parametr AOT był zbliżony do wartości z lat 1999-2000, 2002-2003, 2005. W 2008 roku, w stosunku do roku poprzedniego, nastąpił niewielki (ok. 7%) wzrost uśrednionego wskaźnika AOT40 do wartości przewyższającej $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. W latach 2009 i 2010 wskaźnik utrzymywał się na niskim poziomie, znacznie niższym (o ok. 40%) niż w 2008 r. W 2010 roku wartość

wskaźnika była wyższa o 6% od wartości z 2009 roku. W 2011 roku nastąpił dalszy wzrost wskaźnika AOT40, ok. 30% w stosunku do wartości z roku poprzedniego, a w 2012 r. spadek o ok. 3% w stosunku do roku poprzedzającego. W roku 2013 nastąpił spadek wskaźnika o 35% w stosunku do roku poprzedniego. W tym roku wskaźnik przyjmował najniższą wartość dla stacji PMŚ z okresu 2003-2015. W 2014 r. wartość wskaźnika wzrosła o 20% w stosunku do roku poprzedniego. W 2015 r. nastąpił dalszy wzrost wskaźnika o ok. 15%, do wartości 14416 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, a więc znacznie poniżej rekordowych 27888 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ z 2006 r. i znacznie poniżej wartości docelowej 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.



Rys. 4.3-2. Wartości parametru AOT40 obliczone dla pojedynczych lat z okresu maj-lipiec; dla lat 1998-2004 uśrednione dla wszystkich pozamiejskich stanowisk pomiarowych stężeń ozonu należących uprzednio do sieci podstawowej (SP) oraz dla lat 2003-2015 r. dla wszystkich podmiejskich i pozamiejskich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) uwzględnionych w analizach (PMŚ)

4.4. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

Kryteria oceny

Wartości kryterialne dla ozonu ustanowione w celu ochrony zdrowia (poziom docelowy i cel długoterminowy), obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.5-1 w rozdziale 3.5.

Stężenia ozonu w miastach

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 56 stanowisk miejskich i podmiejskich, na których, przynajmniej w jednym z lat 2013-2015, uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania dotyczące kompletności serii podane w dyrektywie 2008/50/WE i w rozporządzeniu Ministra Środowiska.

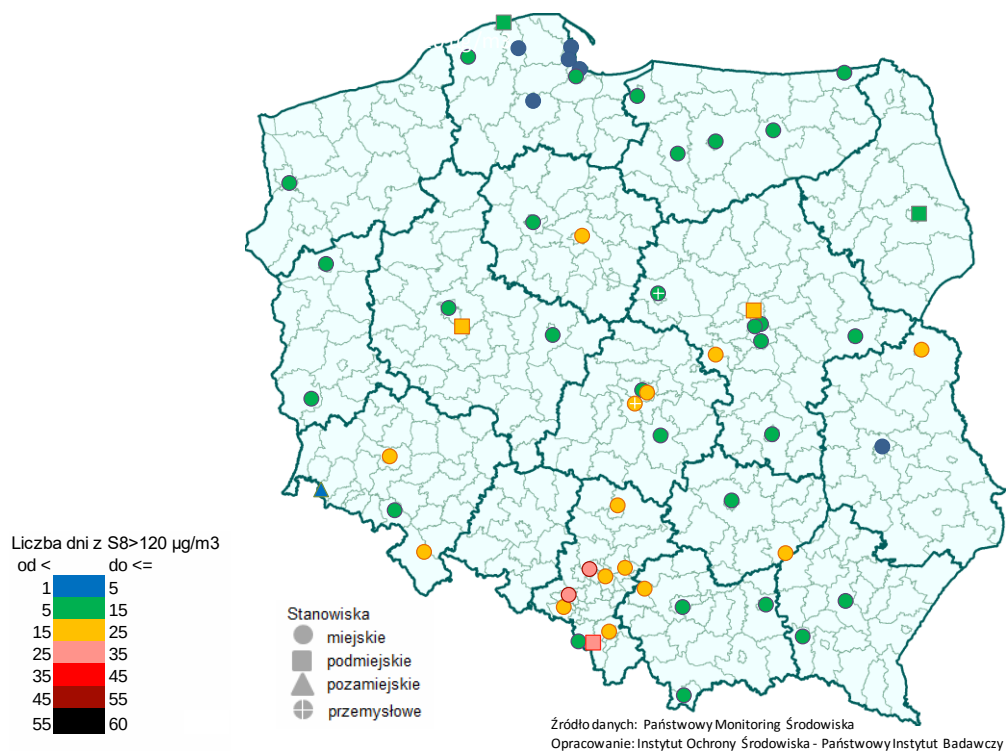
W 2015 r. poziom docelowy ozonu, określony ze względu na ochronę zdrowia, był przekroczony na 3 stanowiskach zlokalizowanych w miastach województwa śląskiego (Rybnik, Ustroń, Zabrze) (tab. 4.4-1, rys. 4.4-1). Największą liczbę dni z przekroczeniami (uśrednioną dla lat 2013-2015) poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. wykazały pomiary prowadzone w Ustroniu - 31 dni (tab. 4.4-2). Obszar przekroczeń poziomu docelowego, oszacowany na podstawie wyników modelowania i pomiarów (rys. 4.4-2), obejmuje część województw: opolskiego, śląskiego, małopolskiego, dolnośląskiego i świętokrzyskiego.

Większą od 15, ale nie większą od dozwolonych 25, liczbę dni z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. (średnio dla 1-3 lat) odnotowano na 16 stanowiskach w 9 województwach.

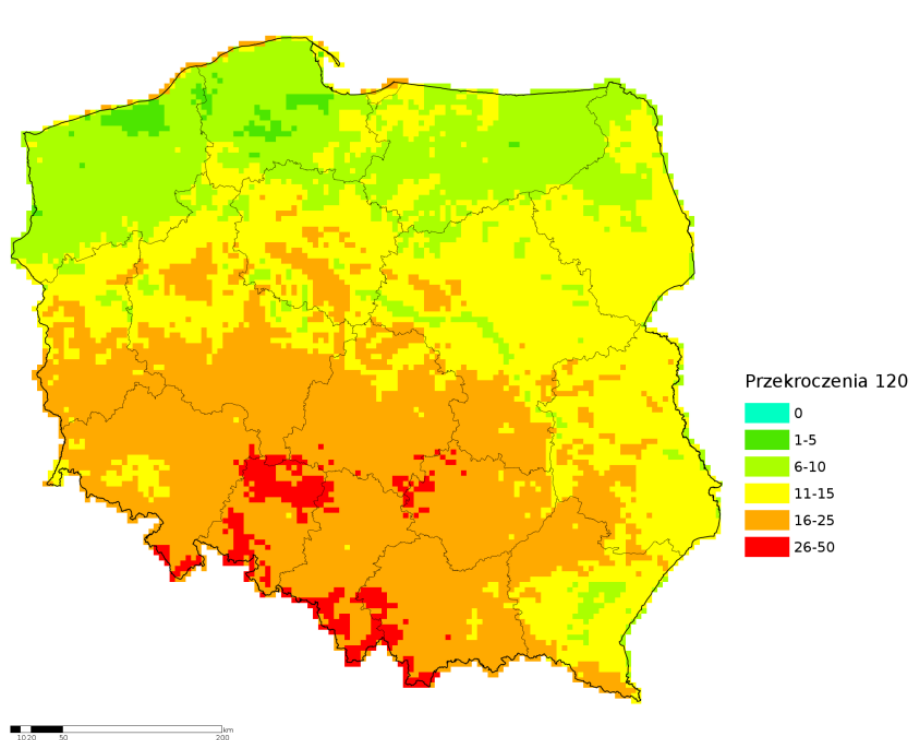
W samym 2015 r., na wszystkich 47 miejskich i podmiejskich stanowiskach z pełnymi seriami pomiarowymi wystąpiły stężenia 8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4.4-3, rys. 4.4-3). Oznacza to, że na wszystkich tych stanowiskach przekroczony był poziom celu długoterminowego.

Stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły więcej niż 25 razy w roku na 22 stanowiskach, w tym na 3 stanowiskach z niepełnymi seriami pomiarowymi.

Najwięcej dni z przekroczeniami zanotowano w Trzebini (38), w Cieszynie i Częstochowie (37) oraz w Dąbrowie Górniczej i w Białej Podlaskiej (36). Średnia liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 8-godz. na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2015 r. wynosiła 22 (tab. 4.4-3).



Rys. 4.4-1. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu uśredniona dla 1-3 lat na stowiskach miejskich i podmiejskich (dopuszczalna liczba dni z przekroczeniami: 25)



Rys. 4.4-2. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu uśredniona dla 3 lat oszacowana na podstawie wyników modelowania i pomiarów

Źródło: Raport z modelowania stężeń ozonu w skali kraju. Rok 2015. Ekometria 2016

Tabela 4.4-1. Uśredniona dla lat 2013-2015¹⁾ liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi wartość 120 µg/m³ na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Liczba dni z maksimum dziennym stężenia 8-godz. ozonu przewyższającym wartość 120 µg/m ³ uśredniona dla 1-3 lat	
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
1	dolnośląskie	3	15	22
2	kujawsko-pomorskie	2	10	20
3	lubelskie	2	2	21
4	lubuskie	2	6	6
5	łódzkie	4	13	20
6	małopolskie	4	10	23
7	mazowieckie	8	6	21
8	podkarpackie	2	9	13
9	podlaskie	1	14	14
10	pomorskie	8	1	9
11	śląskie	9	15	31
12	świętokrzyskie	2	15	20
13	warmińsko-mazurskie	5	6	13
14	wielkopolskie	3	13	16
15	zachodniopomorskie	1	11	11
Polska		56	1	31

Objaśnienia do tabeli 4.4-1:

¹⁾ jeśli średnie trzyletnie nie mogą być określone na podstawie pełnych danych rocznych, średnią określa się na podstawie pełnych danych z dwóch lub jednego roku

²⁾ liczba stanowisk miejskich i podmiejskich uwzględnionych w ocenie

³⁾ wartości: minimalna, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych na wszystkich uwzględnionych w ocenie stanowiskach miejskich i podmiejskich w województwie lub w kraju

Na wszystkich miejskich i podmiejskich stanowiskach pomiarowych⁷ maksymalne stężenia 1-godz. ozonu przekraczały 145 µg/m³. Wartość progu informowania – 180 µg/m³ dla stężeń 1-godz. – była przekroczona w 2015 r. na 20 stanowiskach miejskich i podmiejskich. Najwyższe stężenie 1-godz. w 2015 r. zanotowano na stacji w Żarach w woj. lubuskim – 215 µg/m³. Nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego wynoszącego 240 µg/m³ dla stężeń 1-godz.

⁷ dla stanowisk, z których serie wyników pomiarów spełniały kryteria kompletności podane w dyrektywie 2008/50/WE

Tabela 4.4-2. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2015 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Miejscowość (kod stacji)	Liczba dni z przekroczeniami stężenia 120 µg/m ³ przez stężenia 8-godz. w 2015 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} z przekroczeniami stężenia 120 µg/m ³ przez stężenia 8-godz.	Lata uwzględnione przy uśrednianiu ²⁾	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2015 r.
			[-]			[µg/m ³]
1	śląskie	Rybnik (SI RybniBorki)	34	26.5	2013, 2015	197
2	śląskie	Ustroń (SI UstronSana)	34	31	2013, 2015	178
3	śląskie	Zabrze (SI ZabSkloCur)	34	26	2014-2015	171

Objaśnienia do tabeli 4.4-2:

¹⁾ parametr normowany

²⁾ liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat; w przypadku braku danych pomiarowych z trzech lat dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej jednego roku

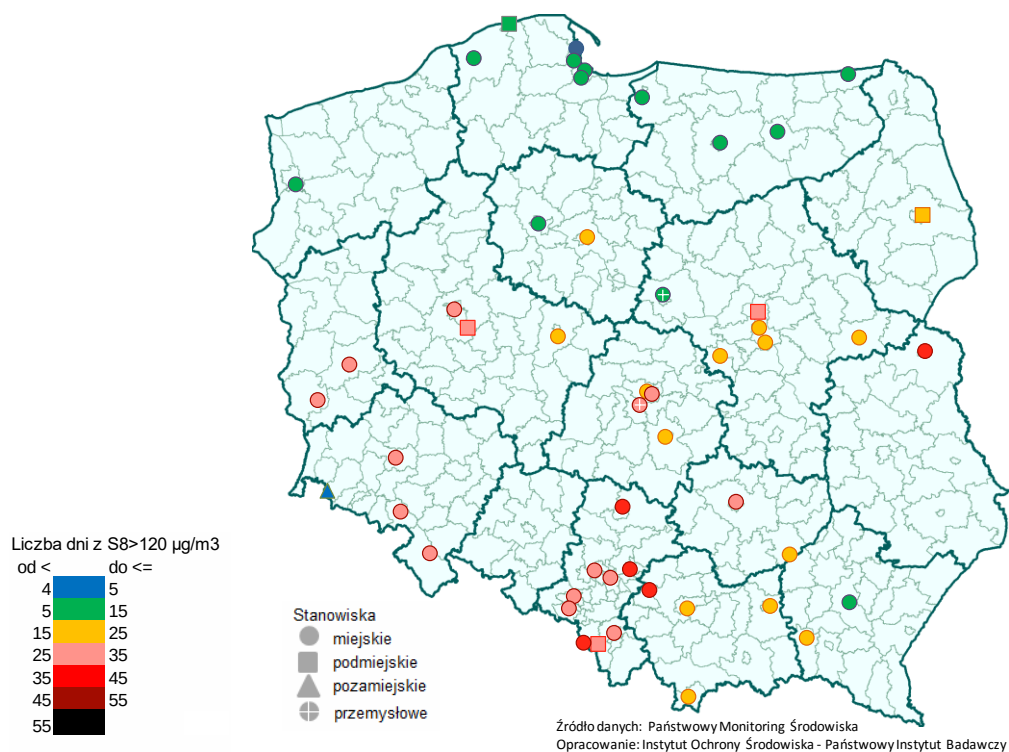
Tabela 4.4-3. Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi wartość 120 µg/m³ na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2015 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającym wartość 120 µg/m ³		Liczba stanowisk, na których stężenie większe od 120 µg/m ³ wystąpiło w ciągu więcej niż 25 dni w roku 2015
			Wartość minimalna ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾	
1	dołnośląskie	3	28	35	3
2	kujawsko-pomorskie	2	13	20	
3	lubelskie	1	36	36	1
4	łódzkie	4	22	30	2
5	małopolskie	4	19	38	1
6	mazowieckie	6	8	27	1
7	podkarpackie	2	13	20	
8	podlaskie	1	23	23	
9	pomorskie	6	5	14	
10	śląskie	8	32	37	8
11	świętokrzyskie	2	22	26	1
12	warminsko-mazurskie	4	9	13	
13	wielkopolskie	3	21	26	2
14	zachodniopomorskie	1	15	15	
Polska		47	5	38	19

Objaśnienia do tabeli 4.4-3:

- ¹⁾ liczba stanowisk miejskich uwzględnionych w ocenie, z których zebrano kompletne serie wyników pomiarów spełniające wymagania kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE i rozporządzeniu MŚ z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1032)
- ²⁾ wartości: minimalna, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych na wszystkich uwzględnionych w ocenie stanowiskach miejskich i podmiejskich w województwie lub w kraju



Rys. 4.4-3. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2015 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Stężenia ozonu poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 20 stanowisk, z których serie pomiarowe z 2015 r. spełniały wymagania dotyczące kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE i w rozporządzeniu Ministra Środowiska.

W 2015 r. poziom docelowy ozonu określony ze względu na ochronę zdrowia przekroczony był na 2 stanowiskach pozamiejskich. Na tych stacjach, średnia liczba dni ze stężeniami 8-godz. przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla lat 2013-2015 przekraczała dopuszczalne 25 – tab. 4.4-4, rys. 4.4-4.

Tabela 4.4-4. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach pozamiejskich w 2015 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

L p .	Województwo	Stacja (kod stacji)	Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi 120 µg/m ³ w 2015 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższający mi 120 µg/m ³	Okres uśredniania ²⁾	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2015 r.
			[-]			[µg/m ³]
1	dolnośląskie	Śnieżka (DsŚnieżka)	44	39	2013-2015	179
2	śląskie	Złoty Potok (SlZłotyJano_les ni)	61	43.5	2013, 2015	191

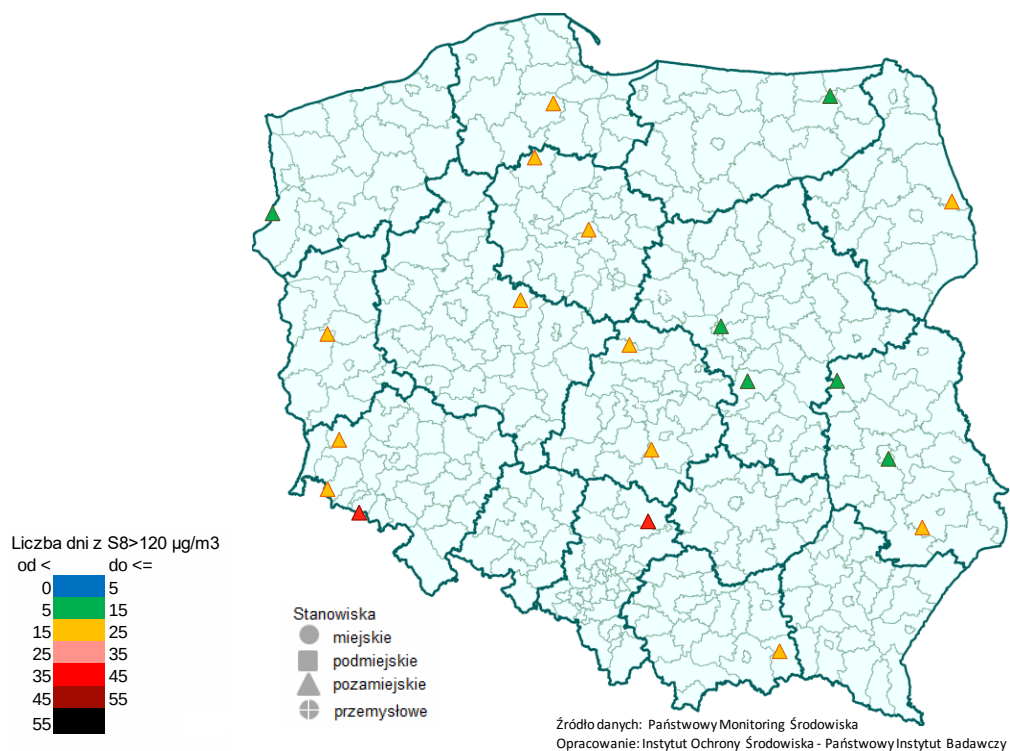
Objaśnienia do tabeli 4.4-4:

¹⁾ parametr normowany

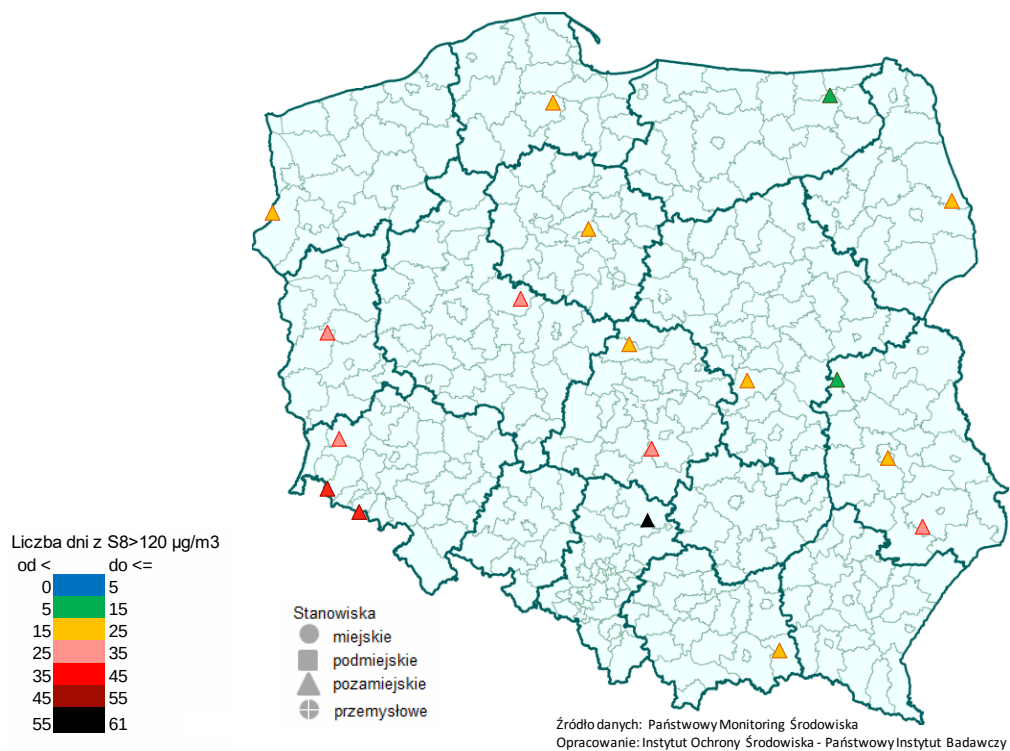
²⁾ liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat; w przypadku braku danych pomiarowych z trzech lat dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej jednego roku

W 2015 r. najwięcej dni ze stężeniem 8-godz. przekraczającym 120 µg/m³ zanotowano na stacji Złotym Potoku w woj. śląskim (61 dni) oraz na Śnieżce (44 dni). Najmniej dni z przekroczeniami – 9 dni⁸ – odnotowano na stacji Puszcza Borecka w woj. warmińsko-mazurskim (rys. 4.4-5). Na 8 (z 18) stanowiskach liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m³ była większa niż dozwolone 25 dni w roku. Minimum ze stężeń maksymalnych 8-godz. na stanowiskach pozamiejskich to 149 µg/m³, a więc na wszystkich pozamiejskich stanowiskach stężenia maksymalne 8-godz. były wyższe od 120 µg/m³. Oznacza to, że na stanowiskach zlokalizowanych poza miastami na całym obszarze kraju, stężenia ozonu były w 2015 r. wyższe od poziomu celu długoterminowego.

⁸ wartość minimalna odnosi się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z serii wyników pomiarów spełniających kryteria kompletności podane w dyrektywie 2008/50/WE WE i rozporządzeniu MŚ z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1032)



Rys. 4.4-4. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu, uśredniona dla 1-3 lat, na stanowiskach pozamiejskich (dopuszczalna liczba dni z przekroczeniami: 25)



Rys. 4.4-5. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2015 r. na stanowiskach pozamiejskich

W 2015 roku stężenia 1-godz. ozonu przekraczające wartość progu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na 8 stanowiskach pozamiejskich w 6 województwach. Najwyższe stężenie 1-godz. w 2015 r. zanotowano na stacji w Złotym Potoku. Wynosiło ono $213 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz.

Najniższe stężenie maksymalne 1-godz. zanotowano na stacji w Puszczy Boreckiej w woj. warmińsko-mazurskim ($156 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 4.4-5. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2015 r. na stanowiskach poza miastami

Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni w 2015 r. ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Liczba stanowisk, na których stężenie większe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w ciągu więcej niż 25 dni w roku 2015
			wartość minimalna ²⁾	wartość maksymalna ²⁾	
1	dolnośląskie	3	32	44	3
2	kujawsko-pomorskie	1	23	23	
3	lubelskie	3	15	31	1
4	lubuskie	1	31	31	1
5	łódzkie	2	23	31	1
6	małopolskie	1	21	21	
7	mazowieckie	1	24	24	
8	podlaskie	1	23	23	
9	pomorskie	1	20	20	
10	śląskie	1	61	61	1
11	warmińsko-mazurskie	1	9	9	
12	wielkopolskie	1	29	29	1
13	zachodniopomorskie	1	20	20	
Polska		18	9	61	8

Objaśnienia do tabeli 4.4-5:

¹⁾ liczba stanowisk pozamiejskich uwzględnionych w ocenie (kompletne serie wyników)

²⁾ wartości: minimalna, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich stanowiskach pozamiejskich w kraju przy zachowaniu wymaganej kompletności wyników.

4.5. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony roślin

Kryteria oceny

Wskaźnikiem jakości powietrza dla ozonu pod kątem ochrony roślin jest parametr AOT40. Jego wartość oblicza się na podstawie stężeń 1-godz., jako sumę różnic pomiędzy stężeniem jednogodzinnym wyrażonym w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dla każdej godziny w ciągu doby pomiędzy godziną 8:00 a 20:00 czasu środkowoeuropejskiego (CET), dla której stężenie jest większe niż $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Parametr ten oblicza się wyłącznie dla kompletnych serii pomiarowych.

Wartości normowane dla parametru AOT40, ustanowione w celu ochrony roślin, obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 4.5-1.

Tabela 4.5-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ozonem O_3 (AOT40) - ochrona roślin

Kryterium	Okres, dla którego obliczany jest parametr AOT40	Dopuszczalna wartość parametru AOT40 dla O_3 w powietrzu
poziom docelowy	okres wegetacyjny (1 V – 31 VII)	$18000^{1)} \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
poziom celu długoterminowego	okres wegetacyjny (1 V – 31 VII)	$6000^{1)} \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$

Objaśnienia do tabeli 4.5-1:

¹⁾ wartość uznaje się za dotrzymaną, jeżeli nie przekracza jej średnia AOT40 obliczona dla okresów wegetacyjnych z pięciu kolejnych lat. W przypadku braku danych pomiarowych z pięciu lat dotrzymanie tej wartości sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej trzech lat

Stężenia ozonu w odniesieniu do poziomu docelowego określonego dla roślin

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 21 stanowisk pozamiejskich i podmiejskich, z których serie pomiarowe spełniają wymagania dotyczące kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE i WE i rozporządzeniu MŚ z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1032). W zestawieniach dotyczących wyłącznie 2015 roku uwzględniono wyniki z dodatkowych 4 stanowisk.

W 2015 roku przekroczenie poziomu docelowego - $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ (wartości uśrednione dla minimum 3 lat) przez parametr AOT40, wystąpiło na 2 stacjach (rys. 4.5-1, tab. 4.5-2) zlokalizowanych na terenie 2 województw: dolnośląskiego i śląskiego. Najwyższą wartość, $22397 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, uzyskano na stanowisku w Złotym Potoku w woj. śląskim. Drugim stanowiskiem, na którym zarejestrowano przekroczenie poziomu docelowego ozonu było stanowisko zlokalizowane na Śnieżce ($19376 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$). Najniższa wartość AOT40 wystąpiła

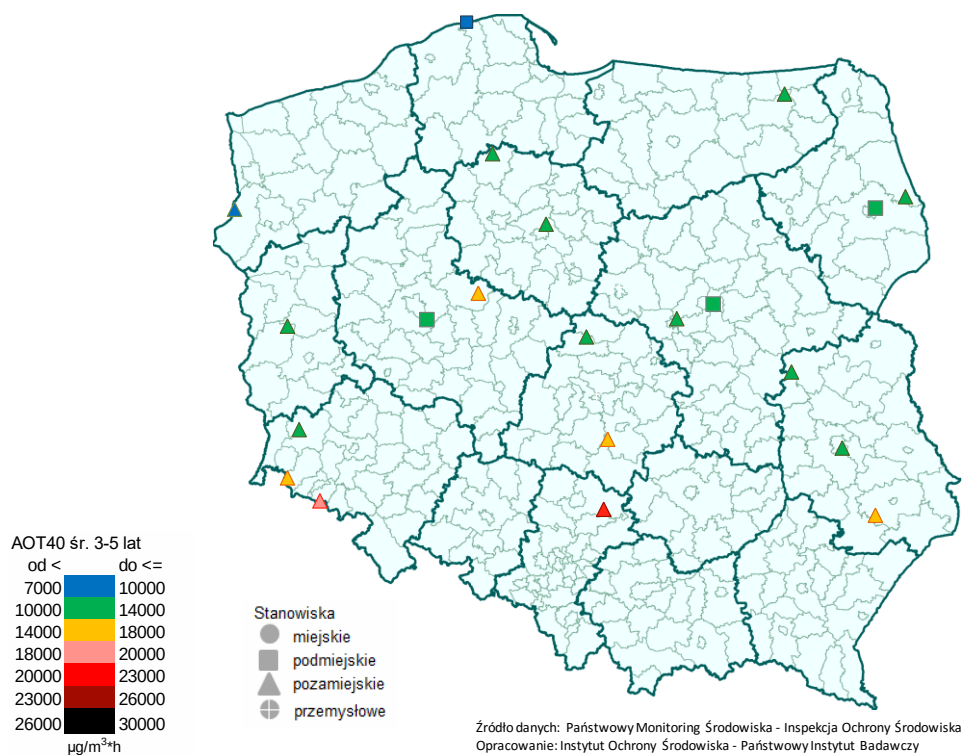
na stanowisku w Łebie (7792 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$). Na 19 stanowiskach (z 21) uśredniona wartość parametru AOT40 była niższa od 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Wartości parametru AOT 40 były najniższe na północy Polski i rosły wraz z przesuwaniem się na południe kraju.

Tabela 4.5-2. Normowany uśredniony parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec z lat 2011-2015 na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich¹⁾

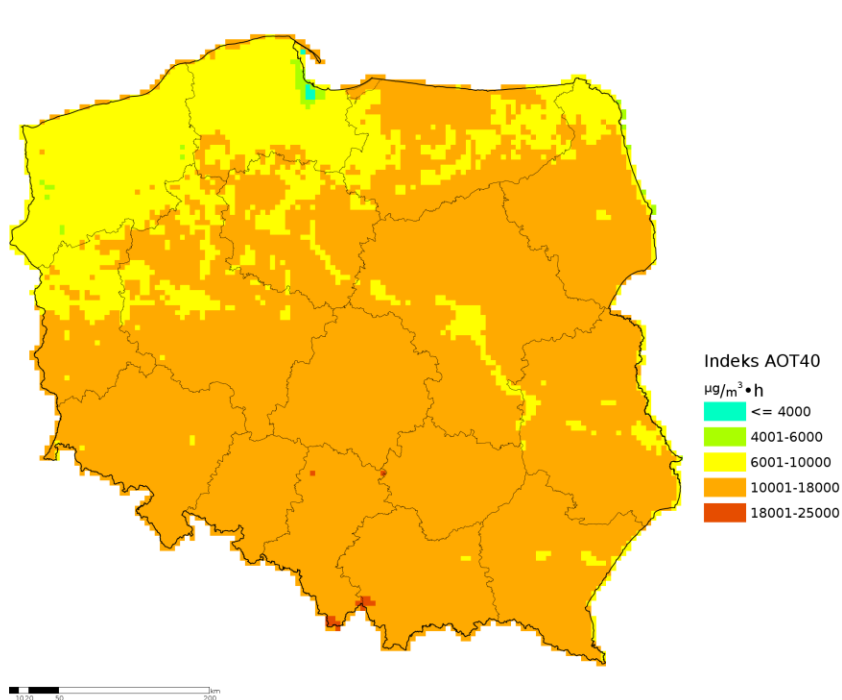
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Nazwa	Kod	
1	dolnośląskie	Czarniawa	DsCzerStraza	16884
2	dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	11747
3	dolnośląskie	Śnieżka	DsSniezkaObs	19376
4	kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	11439
5	kujawsko-pomorskie	Bory Tucholskie	KpZielBoryTu	11593
6	lubelskie	Biały Słup (RPN)	LbBiaSlupRPN	15349
7	lubelskie	IMGW-Jarczew	LbJarczWolaM	10513
8	lubelskie	Lublin-Podmiejska	LbWilczopole	10051
9	łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	13042
10	łódzkie	Parzniewice	LdParzniUjWo	15588
11	lubuskie	Smolary Bytnickie	LuSmolBytnic	13046
12	mazowieckie	Granica-KPN	MzGranicaKPN	12319
13	mazowieckie	Legionowo-Zegrzyńska	MzLegZegrzyn	12921
14	podlaskie	Białystok-Podmiejska	PdBialPulPie	11577
15	podlaskie	Borsukowizna-Wiejska	PdBorsukowiz	11066
16	pomorskie	IMGW Łeba - Rąbka	PmLebaRabkaE	7792
17	śląskie	Złoty Potok, Leśniczówka	SlZlotPotLes	22397
18	warmińsko-mazurskie	KMŚ Puszcza Borecka	WmPuszczaBor	12422
19	wielkopolskie	WKPBorowiec	WpBoroDrapal	12073
20	wielkopolskie	WKPKrzyzowka	WpPiaskiKrzy	16091
21	zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	8135

¹⁾ dla których możliwe było prawidłowe obliczenie parametru AOT40 dla minimum 3 lat



Rys. 4.5-1. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec, uśredniony dla 3-5 lat, dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich



Rys. 4.5-2. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec, uśredniony dla 3 lat, dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich

Źródło: Raport z modelowania stężeń ozonu w skali kraju. Rok 2015. Ekometria 2016

Na rys. 4.5-2 przedstawiono wartości parametru AOT40 uśrednione dla lat 2013-2015 uzyskane na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami

pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości parametru AOT40 przyjmują najwyższe wartości na południu Polski, najniższe na północy i północnym zachodzie kraju.

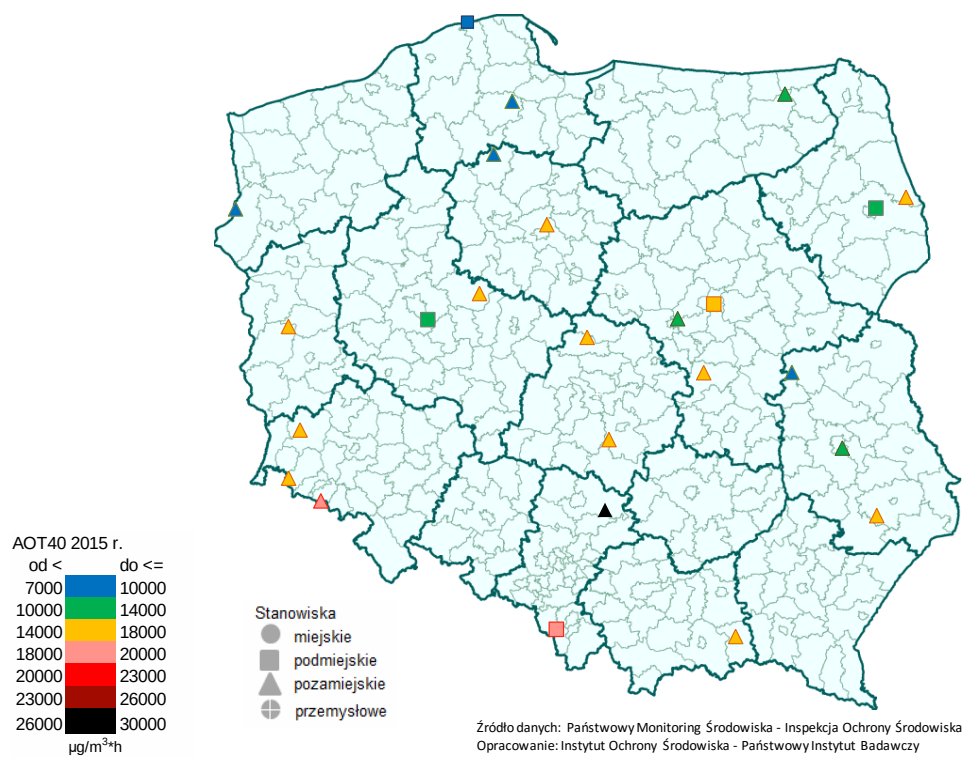
Wartości AOT40 obliczone dla okresu maj-lipiec 2015 roku przedstawiono na rys. 4.5-3. Parametr ten, w zależności od stanowiska, przyjmował wartości od 7565 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ w Łebie w woj. pomorskim do 29984 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ w Złotym Potoku w woj. śląskim. Na 3 stanowiskach (Śnieżka, Ustroń, Złoty Potok) wartość parametru AOT40 była wyższa od 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, na 22 stanowiskach niższa od tej wartości. Na wszystkich stanowiskach przekroczony został poziom celu długoterminowego (6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$).

Tabela 4.5-3. Parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec 2015 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich¹⁾

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Nazwa	Kod	
1	dolnośląskie	Czarniawa	DsCzerStraza	15746
2	dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	14556
3	dolnośląskie	Śnieżka	DsSniezkaObs	18901
4	kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	14585
5	kujawsko-pomorskie	Bory Tucholskie	KpZielBoryTu	9884
6	lubelskie	Biały Słup (RPN)	LbBiaSlupRPN	17678
7	lubelskie	IMGW-Jarczew	LbJarczWolaM	9070
8	lubelskie	Lublin-Podmiejska	LbWilczopole	10284
9	łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	14562
10	łódzkie	Parzniewice	LdParzniUjWo	17001
11	lubuskie	Smolary Bytnickie	LuSmolBytnic	17370
12	małopolskie	Szymbark	MpSzymbaGorl	14480
13	mazowieckie	Belsk-IGFPAN	MzBelsIGFPAN	14690
14	mazowieckie	Granica-KPN	MzGranicaKPN	13299
15	mazowieckie	Legionowo-Zegrzyńska	MzLegZegrzyn	14728
16	podlaskie	Białystok-Podmiejska	PdBialPulPie	13196
17	podlaskie	Borsukowizna-Wiejska	PdBorsukowiz	14015
18	pomorskie	IMGW Łeba - Rąbka	PmLebaRabkaE	7565
19	pomorskie	AM17 Liniewko Kościerskie	PmLinieKos17	9063
20	śląskie	Ustroń, ul. Sanatoryjna 7	SlUstronSana	19936
21	śląskie	Złoty Potok, Leśniczówka	SlZlotPotLes	29984
22	warmińsko-mazurskie	KMS Puszcz Borecka	WmPuszczaBor	10408
23	wielkopolskie	WKPBorowiec	WpBoroDrapal	13875
24	wielkopolskie	WKPKrzyżówka	WpPiaskiKrzy	16913
25	zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	8600

¹⁾ dla stanowisk, dla których możliwe było prawidłowe obliczenie parametru AOT40 dla 2015 r.



Rys. 4.5-3. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2015 r. dla stowisk pozamiejskich i podmiejskich

5. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju

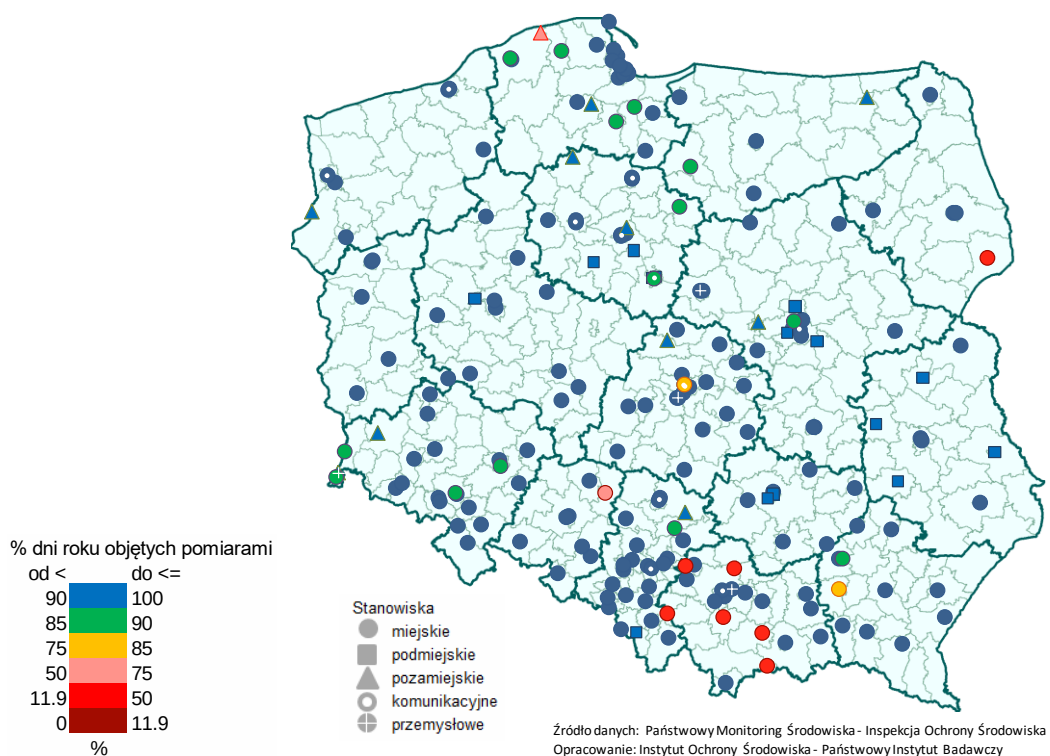
5.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM10

Raport opracowano na podstawie serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 wykorzystanych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska do opracowania ocen jakości powietrza na terenie poszczególnych województw, wyników które pozytywnie przeszły dodatkowy przegląd przeprowadzony na poziomie krajowym. Niezbędne informacje pozyskano z zasobów krajowej bazy JPOAT2.0. Spośród zgromadzonych w bazie JPOAT2.0 danych z 284 stanowisk pomiarowych PM10 wyselekcjonowanych zostało 220 stanowisk, z których wyniki wykorzystane były przez WIOŚ przy wykonywaniu rocznej oceny jakości powietrza w strefach. Wyniki tylko z tych stanowisk wykorzystane zostały przy opracowywaniu niniejszego raportu.

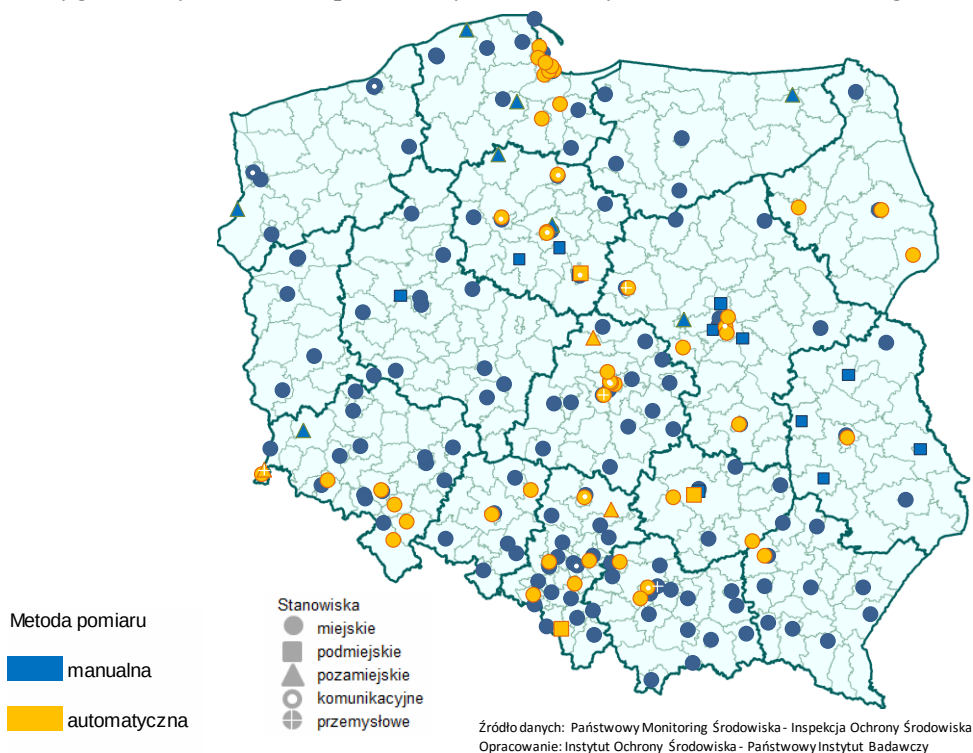
Na większości stanowisk prowadzone były pomiary codzienne lub ciągłe automatyczne. Na 6 stanowiskach w woj. małopolskim prowadzone były pomiary cykliczne (8 dwutygodniowych okresów pomiarowych rozłożonych równomiernie w ciągu roku). Spośród serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 uwzględnionych w opracowaniu, zdecydowana większość spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych, pozwalające na prawidłowe obliczanie wszystkich wymaganych parametrów statystycznych, w tym normowanej liczby dni z przekroczeniami wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (rys. 5.1-1). W 2015 r. na ok. 91 procentach stanowisk (na 195 z 214) z pomiarami ciągłymi lub codziennymi uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, a na 98 procentach (209 z 214) kompletność nie mniejszą niż 85% (rys. 5.1-1). Niezbędną liczebność do prawidłowego obliczania percentyla S90.4 (oraz równomierne rozłożenie pomiarów w ciągu roku) miało 217 serii pomiarowych (99% serii). Dla 218 z 220 serii pomiarowych możliwe było obliczenie stężenia średniego rocznego. Wyniki z 2 stanowisk mogły być wykorzystane tylko w bardzo ograniczonym zakresie – wyłącznie w prezentacjach graficznych.

Zdecydowana większość stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10 znajduje się na terenie miast. W opracowaniu uwzględniono 192 stanowiska miejskie, 17 stanowisk podmiejskich i 11 pozamiejskich (rys. 5.1-1).

Biorąc pod uwagę typ stanowiska i obszar lokalizacji stacji, w 2015 r. najwięcej było stanowisk tzw. tła miejskiego (174 stanowiska). Dwanaście stanowisk określono jako stanowiska komunikacyjne (wszystkie tego typu stanowiska zlokalizowane były w miastach). Pięć stanowisk zlokalizowanych było w strefie oddziaływania zakładów przemysłowych, w tym jedno na terenach pozamiejskich. Dziesięć stanowisk PM10 sklasyfikowano jako stanowiska tła pozamiejskiego.



Rys. 5.1-1. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM10, z których dane wykorzystano w raporcie za 2015 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska i obszaru oraz liczebności serii pomiarowej. Na 6 stanowiskach w woj. małopolskim prowadzone były pomiary cykliczne (8 dwutygodniowych okresów pomiarowych rozłożonych równomiernie w ciągu roku).



Rys. 5.1-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM10 na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2015 rok

Z ogólnej liczby 220 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 63 prowadzony był pomiar metodami automatycznymi, na 157 wykorzystywano metody

manualne (metoda manualna pomiaru pyłu zawieszonego jest metodą referencyjną). Lokalizację stanowisk wraz z metodyką pomiarów przedstawiono na rys 5.1-2.

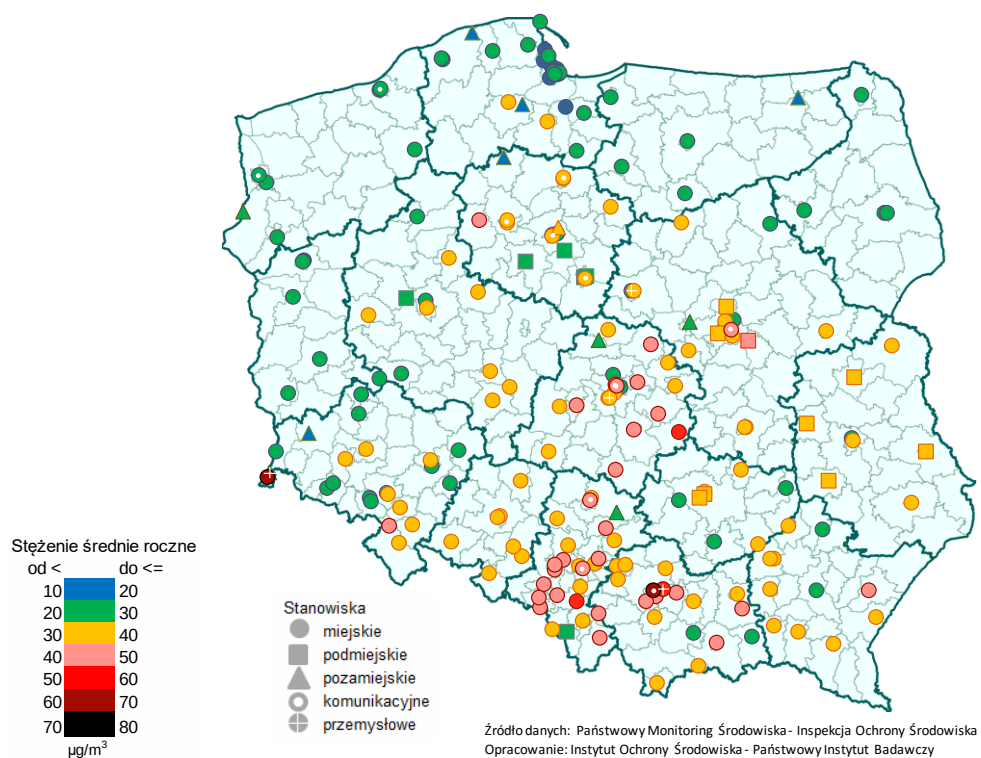
5.2. Informacje o stężeniach PM10 w 2015 roku

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10, obok zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem i pyłem PM2.5, stanowi poważny problem w wielu aglomeracjach i miastach. Wysokie stężenia pyłu występują też w mniejszych miejscowościach i na terenach pozamiejskich. W przypadku tych zanieczyszczeń na znacznej części stacji pomiarowych wystąpiły przekroczenia wartości dopuszczalnych. Problemy z dotrzymaniem wartości dopuszczalnych dla pyłu PM10 występują nie tylko w Polsce, ale także na wielu obszarach Europy.

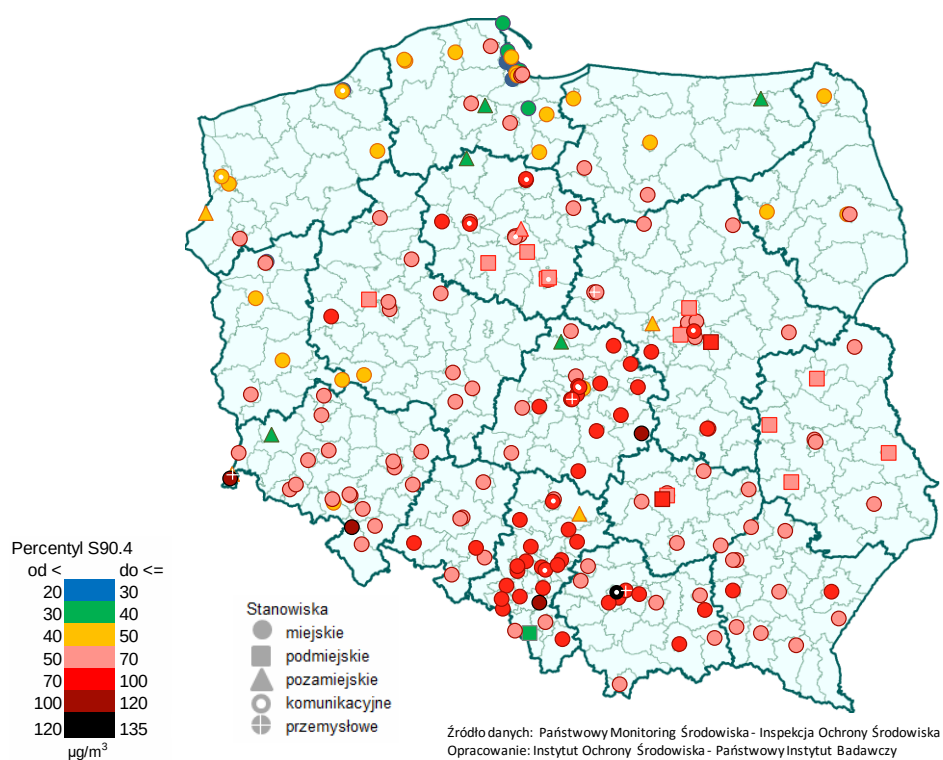
W 2015 r. spośród 218 stanowisk, dla których możliwe było obliczenie stężenia średniego rocznego (S_a), na 36 (17%) jego wartości przekraczały wartość poziomu dopuszczalnego ($D_a=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - rys.5.2-1. Przekroczenia średniego rocznego poziomu dopuszczalnego pyłu PM10 występowały najczęściej na terenie woj. śląskiego, małopolskiego i łódzkiego.

Najwyższe stężenie średnie roczne w 2015 r. zanotowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie ($68 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Wysokie stężenia notowano też na stacjach tła miejskiego w Bogatyni w woj. dolnośląskim ($61 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Opocznie w woj. łódzkim ($56 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na 3 stanowiskach tła miejskiego, na jednym stanowisku komunikacyjnym i jednym przemysłowym, stężenia S_a przekraczały wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenia niskie, mniejsze od połowy wartości dopuszczalnej ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiły jedynie na ok. 6% stanowisk, z których 8 znajduje się w miastach (w północnej części Polski) i 5 na terenach pozamiejskich. Stężenia średnie roczne PM10 na stacjach pozamiejskich były niższe niż stężenia mierzone na stacjach miejskich i podmiejskich w tym samym województwie.

W 2015 r. na 170 z 217 stanowisk, percentyl S90.4 z rocznej serii stężeń dobowych przekraczał wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co przy pełnej serii pomiarowej odpowiada przekroczeniu wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. pyłu przez więcej niż dozwolone 35 dni w roku. Przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń dobowych PM10 w 2015 r. wystąpiły zatem na ok. 78% stanowisk pomiarowych, dla których możliwe było obliczenie percentyla S90.4. Często są to znaczne przekroczenia. Największe przekroczenia dozwolonej wartości percentyla 90.4 wystąpiły na stacji komunikacyjnej w Krakowie ($132 \mu\text{g}/\text{m}^3$), co stanowi przeszło dwuipółkrotne przekroczenie wartości dopuszczalnej. Na 7 stanowiskach, w tym na 6 stanowiskach tła miejskiego, percentyl S90.4 przekraczał wartość $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Przekroczenia takie wystąpiły na stacjach w woj. śląskim, dolnośląskim, małopolskim i łódzkim. Stężenia PM10 na stacjach pozamiejskich były niższe niż stężenia mierzone na stacjach miejskich i podmiejskich.



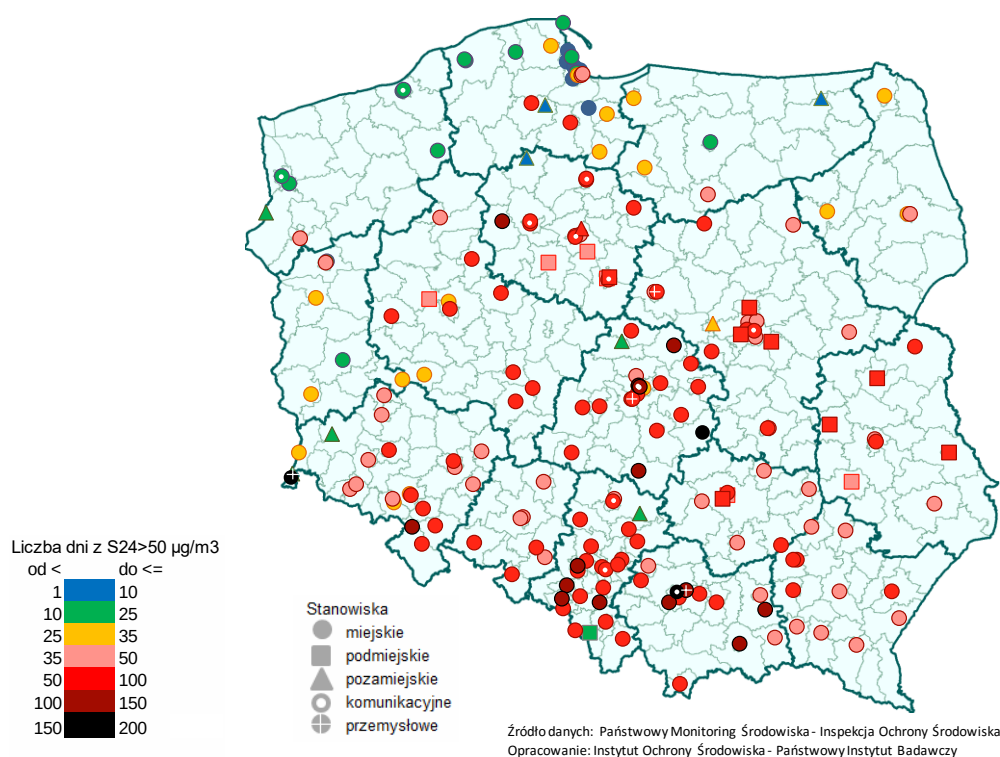
Rys. 5.2-1. Stężenia średnie roczne pyłu PM₁₀ w 2015 r.



Rys. 5.2-2. Percentyl S90.4 z serii stężeń 24-godz. pyłu PM₁₀ w 2015 r.

Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. ($D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zarejestrowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie (200),

na stanowiskach tła miejskiego w Bogatyni (172) i Opocznie (152 dni) (przeszło czterokrotne przekroczenie dozwolonej liczby dni z przekroczeniami w roku). Najwięcej przekroczeń rejestruje się na stanowiskach znajdujących się w centralnej i południowej Polsce, najmniej na północy kraju (rys. 5.2-3).

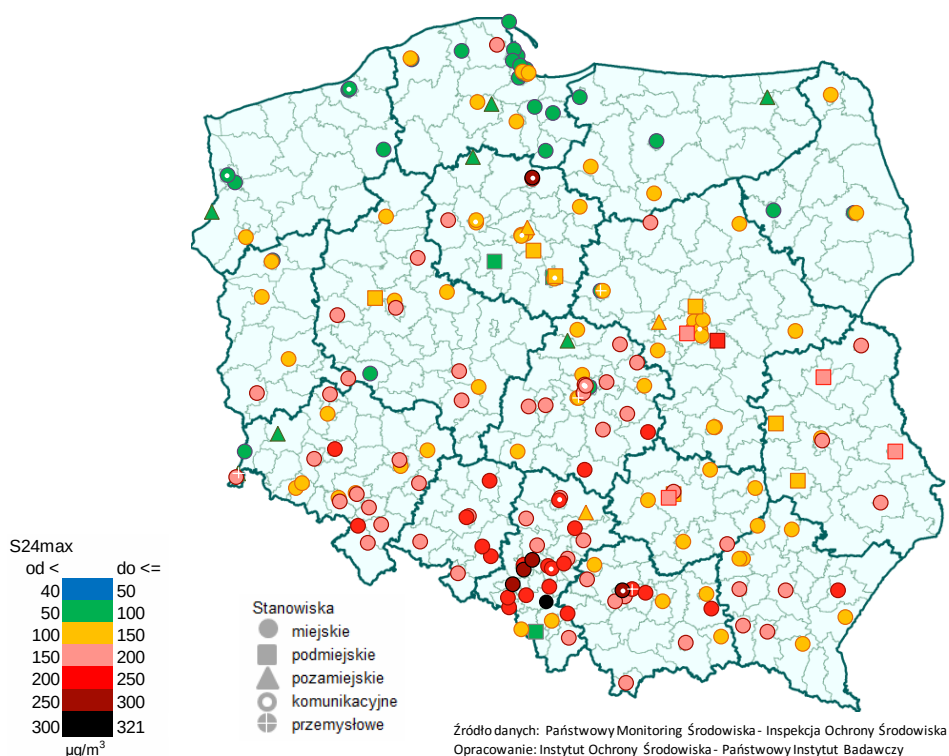


Rys. 5.2-3. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM10 w 2015 r.

Dopuszczalny dobowy poziom pyłu PM10 przekraczany był w 2015 r. nie tylko na stacjach zlokalizowanych w miastach, ale również na stacjach pozamiejskich i podmiejskich. Przekroczenia dobowego poziomu dopuszczalnego wystąpiły na jednej z 11 stacji pozamiejskich oraz na 14 z 17 stacji podmiejskich. Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich nie zanotowano przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężenia średniego rocznego. Przekroczenie takie wystąpiło na jednej ze stacji podmiejskich (Otwock k. Warszawy).

W rozważanym roku wystąpił jeden przypadek przekroczenia poziomu alarmowego ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.). Przekroczenie to ($321 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zarejestrowano na stanowisku w Pszczynie w woj. śląskim w dniu 4.11.2015 r.

W 2015 roku wystąpiło 65 przypadków przekroczenia poziomu informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.). Przekroczenia te wystąpiły na 30 stanowiskach pomiarowych, w 8 województwach (rys. 5.2-4). Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu informowania (6) zanotowano na stanowisku w Myszkowie w woj. śląskim.



Rys. 5.2-4. Maksymalne stężenia 24-godz. PM10 (S24max) zarejestrowane w 2015 r.

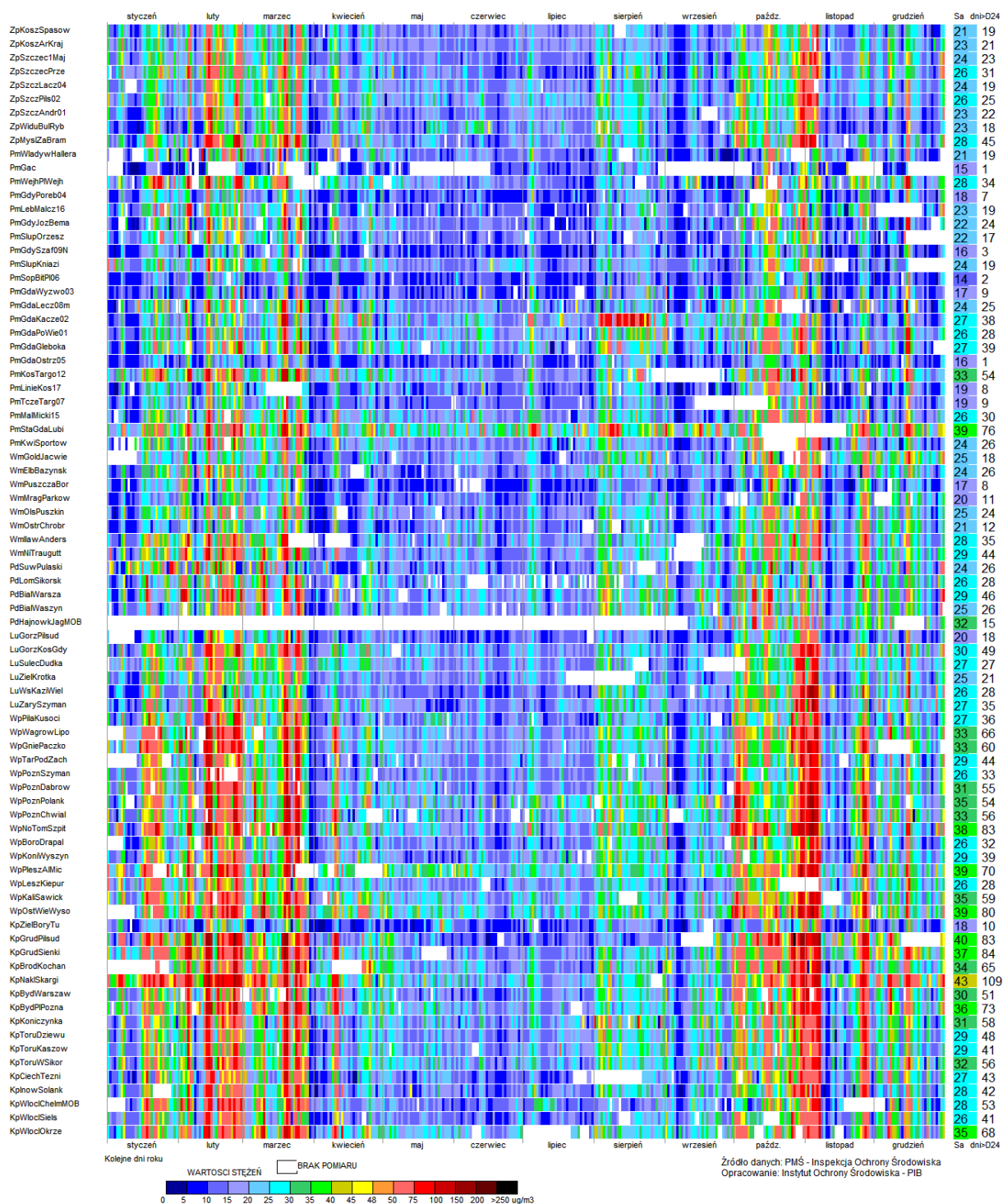
Na rysunkach 5.2-5-A, 5.2-5-B i 5.2-5-C przedstawiono przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach. Na rysunkach, dla każdego stanowiska każdy wynik pomiaru stężenia dobowego oznaczony jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miejsce puste, bez kolorowego paska, oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku dla każdego stanowiska podane jest stężenie średnie roczne i liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na rysunkach w pierwszej kolejności prezentowane są wyniki pomiarów stężeń ze stacji położonych na północnym zachodzie kraju (woj. zachodniopomorskie), a w dalszej kolejności ze stacji położonych dalej na wschód i południe, kończąc na stacjach z woj. podkarpackiego.

Na poziom stężenia pyłu w danym dniu istotny wpływ mają aktualne warunki meteorologiczne oraz warunki meteorologiczne w dniach poprzednich. Od warunków meteorologicznych zależy:

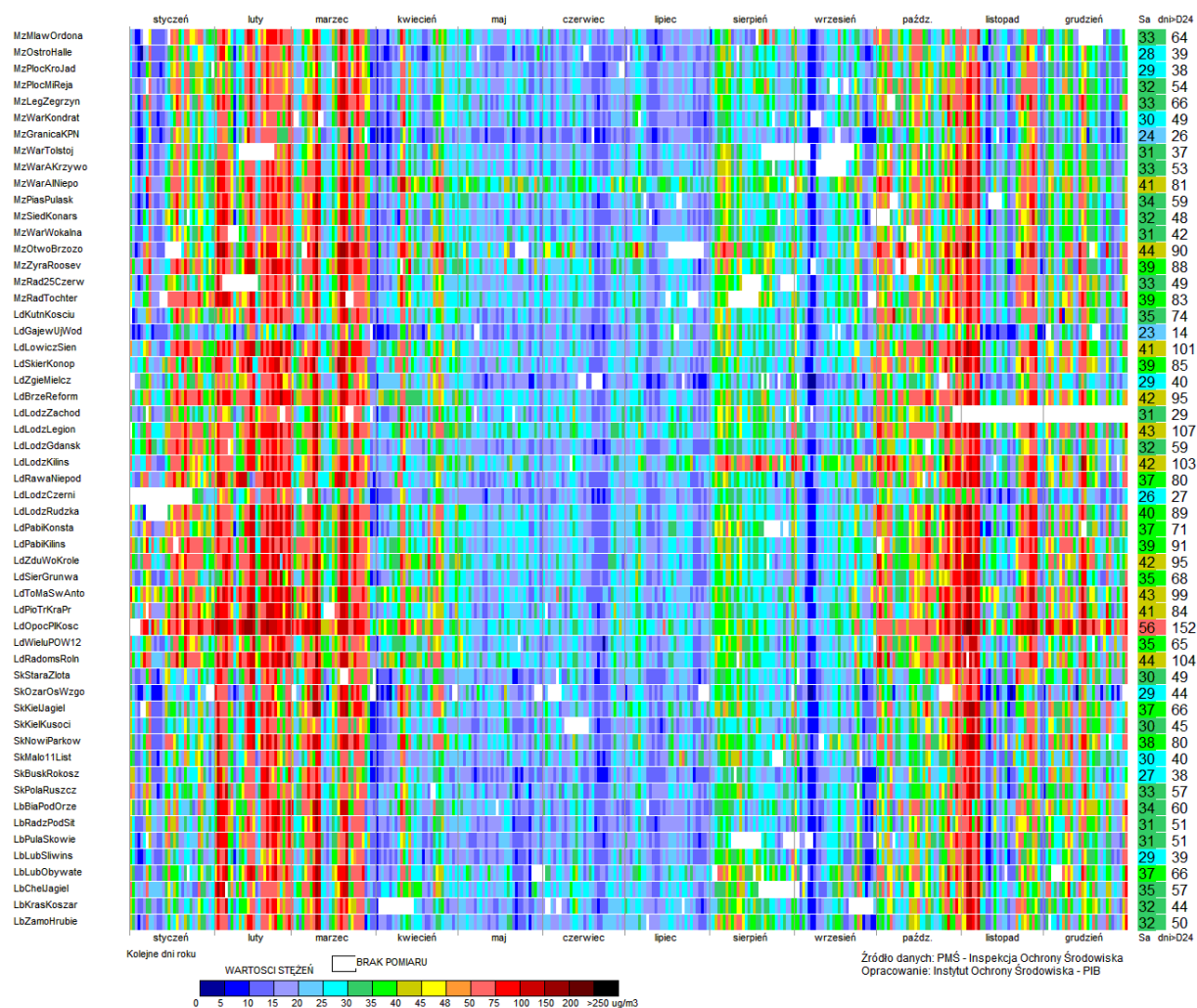
- emisja pyłu pierwotnego związana z ogrzewaniem budynków (temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność);
- emisja zanieczyszczeń gazowych (związana z ogrzewaniem budynków), z których w atmosferze powstaje pył wtórny (temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność);
- intensywność rozpraszania zanieczyszczeń w atmosferze (prędkość i kierunek wiatru, stan równowagi atmosfery, wysokość warstwy mieszania);

- pochłanianie przez podłoże, przemiany i wymywanie zanieczyszczeń z atmosfery (opady atmosferyczne, wilgotność, temperatura, natężenie promieniowania słonecznego, stan równowagi atmosfery);
- transport zanieczyszczonych mas powietrza (zanieczyszczenia wtórne i pierwotne) znad innych obszarów ze źródłami emisji (kierunek i prędkość wiatru w warstwie mieszania, opady, natężenie promieniowania słonecznego);
- unos pyłu z zapyłonych bądź nieutwardzonych powierzchni, w tym wtórny unos pyłów osiadłych wcześniej (prędkość wiatru, wilgotność powietrza i podłoża, stan równowagi atmosfery).

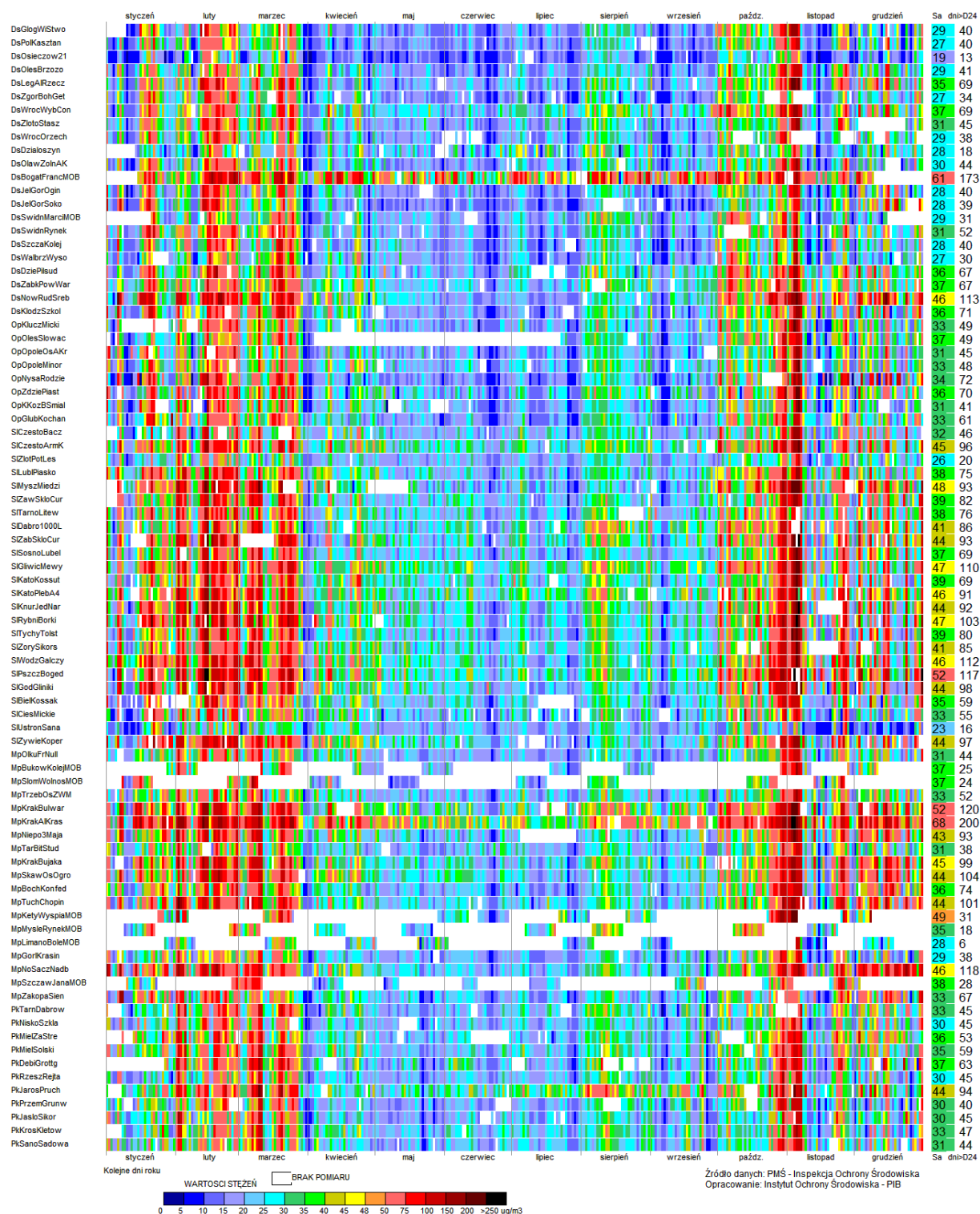
W efekcie nakładania się zmian warunków meteorologicznych i wywołanych przez nie zmian w emisji pyłu, na zmiany emisji zanieczyszczeń wynikające z innych przyczyn (np. dobowy i tygodniowy cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z komunikacji; dobowy tygodniowy i roczny cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z procesów technologicznych; sezonowy i zależny od temperatury powietrza cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z ogrzewania budynków, itd.), stężenia pyłu PM₁₀ na każdej stacji zmieniają się w dużym zakresie (rys. 5.2-5-A, 5.2-5-B, 5.2-5-C). Bardzo często charakter zmian stężeń w czasie jest bardzo podobny dla dużych obszarów kraju i wielu stacji. Jest to związane, między innymi, ze skalą przestrzenną zjawisk pogodowych kształtujących poziom zanieczyszczenia powietrza. Na rys. 5.2-6 przedstawiono przebieg dobowego stężenia pyłu PM₁₀ uśrednionego dla wszystkich stanowisk pomiarowych w Polsce, obrazujący roczną zmienność stężeń pyłu PM₁₀ w skali kraju na tle zmienności temperatury powietrza, czynnika mającego istotny wpływ na stężenia pyłu.



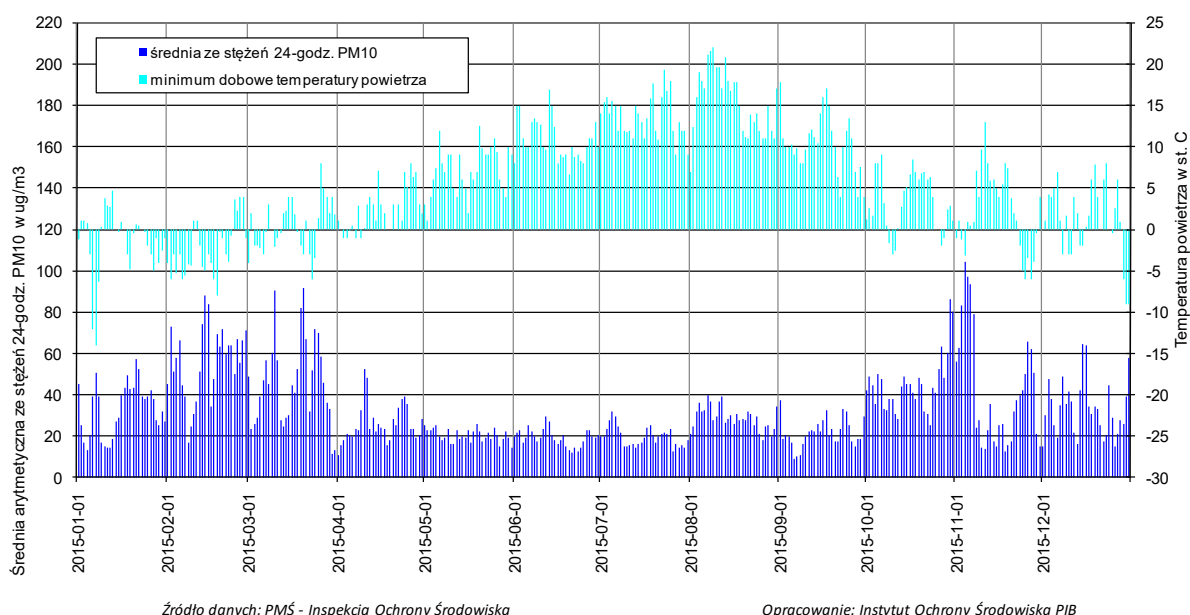
Rys. 5.2-5-A. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2015, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)



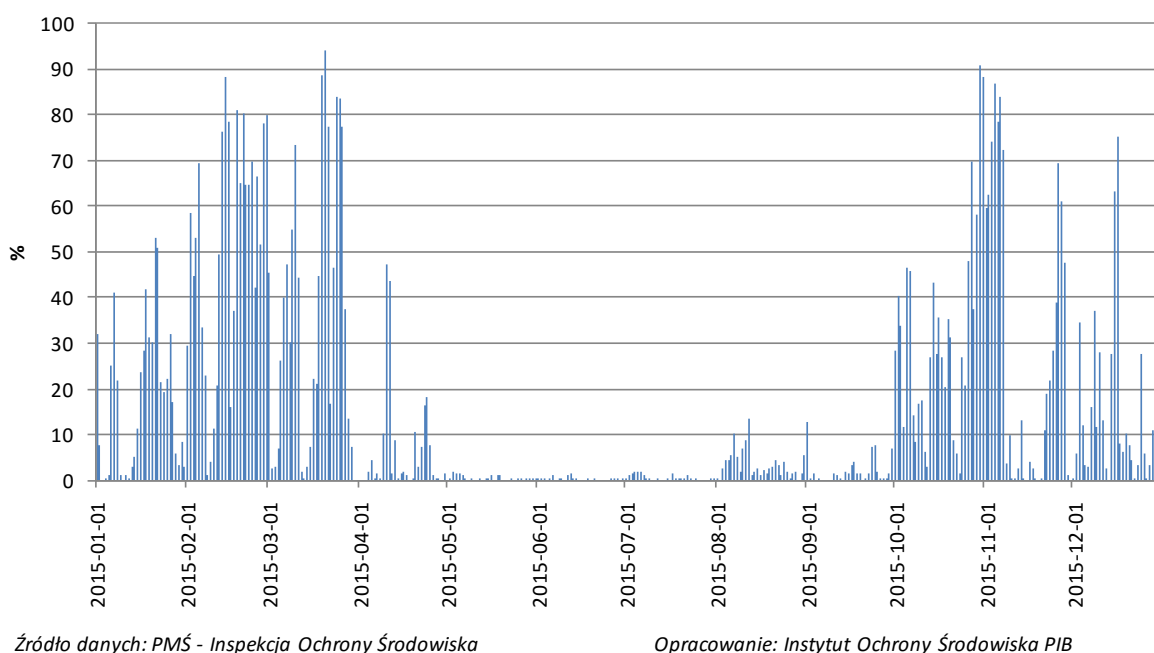
Rys. 5.2-5-B. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2015, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)



Rys. 5.2-5-C. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2015, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)



Rys. 5.2-6. Przebieg stężenia dobowego pyłu PM10 uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2015 r. oraz minimum dobowe temperatury powietrza w Warszawie



Rys. 5.2-7. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM10, na których stężenie 24-godz. pyłu PM10 w 2015 r. przekraczało wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)

W 2015 r. wysokie stężenia pyłu PM10 na większości stanowisk notowane były przez wiele dni w pierwszym kwartale roku oraz na przełomie października i listopada. W dalszej części IV kwartału wysokie stężenia PM10 występowały znacznie rzadziej niż w okresie 24.10 – 7.11.2015 r.

W sezonie grzewczym, a w szczególności w lutym, marcu, a także w ostatnim tygodniu października i w pierwszym tygodniu listopada, w niektóre dni, stężenie $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekraczane było nawet na przeszło 80 procentach stanowisk pomiarowych w kraju.

W sezonie letnim, jeżeli nawet wystąpiły przekroczenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, to zwykle na niewielkiej liczbie stanowisk (rys. 5.2-7).

W 2015 r. najwyższe stężenie uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju ($104 \mu\text{g}/\text{m}^3$) uzyskano w dniu 4 listopada. W tym dniu stężenia dobowe przekraczały dozwolone $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na ok. 87% stanowisk pomiarowych w kraju (rys. 5.2-8). W dniu 20 marca wystąpiło przekroczenie poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na największej procentowo liczbie stacji w kraju (94%).

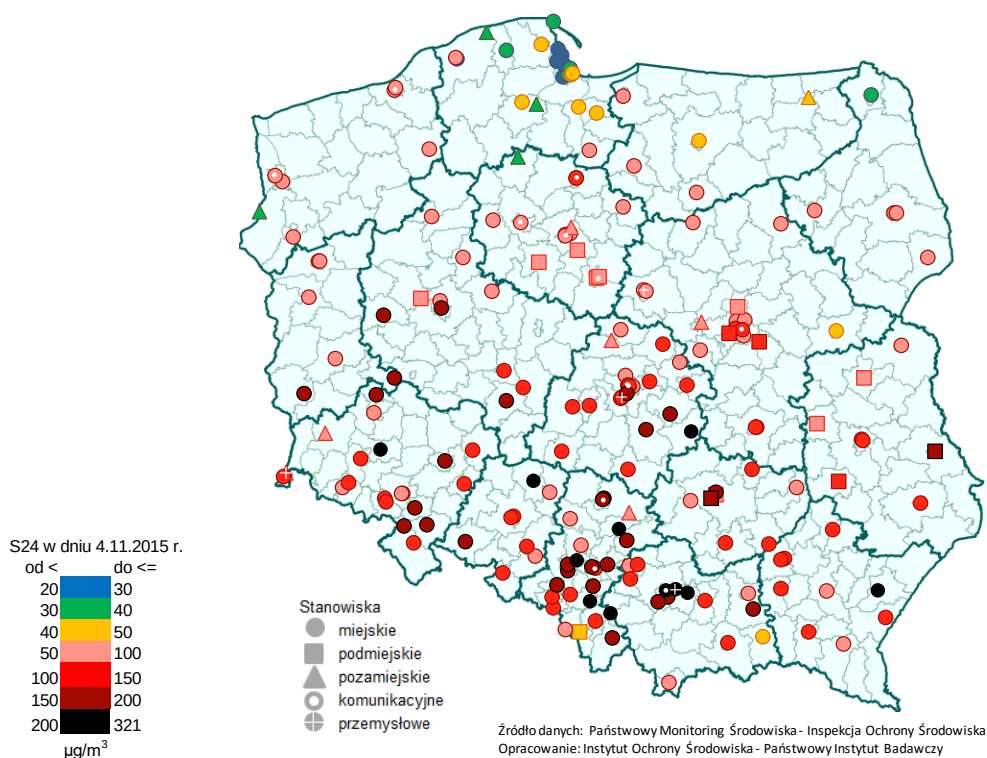
Okresy z wysokimi stężeniami pyłu, rozdzielone były okresami z niższymi stężeniami, np. od 8 do 21 listopada 2015 r. (rys. 5.2-5-A, 5.2-5-B, 5.2-5-C, 5.2-6 i 5.2-7).

W 2015 r. stężenia wyższe od $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (150% dobowej wartości dopuszczalnej D24) na więcej niż połowie stacji w kraju wystąpiły w dniach:

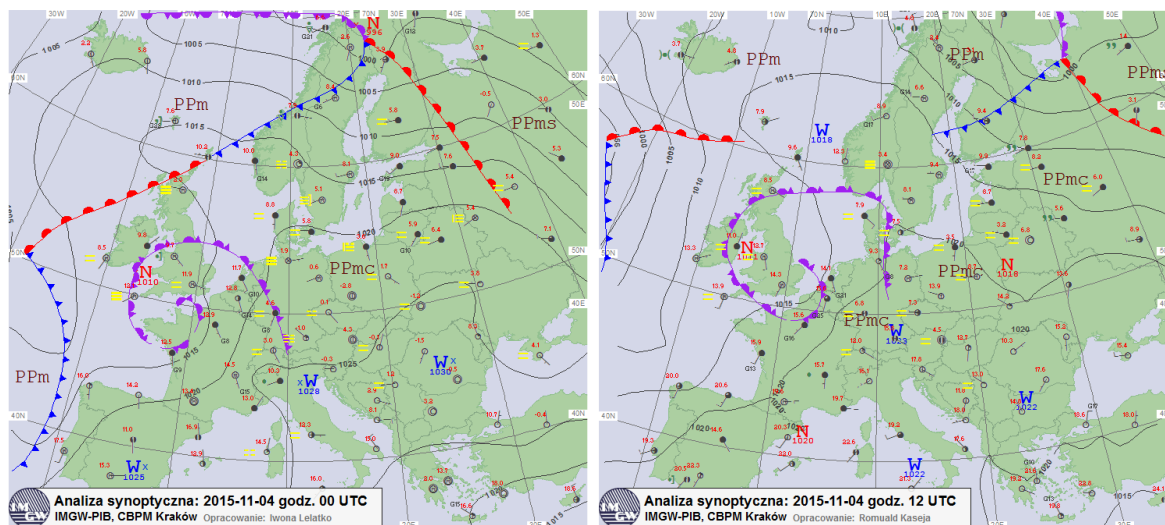
- 14.02.2015,
- 10.03.2015,
- 19.03.2015-20.03.2015,
- 30.10.2015,
- 03.11.2015-07.11.2015.

Jak już wspomniano, wysokie stężenia PM₁₀ wystąpiły w kraju między innymi w pierwszej dekadzie listopada, z kulminacją stężeń w dniu 4.11.2015 r. W tym czasie Polska już od kilku dni znajdowała się w zasięgu obszaru podwyższonego ciśnienia, rozciągającego się od Morza Północnego do Europy południowej i Azji Mniejszej, w masie ciepłego powietrza polarnego morskiego (rys. 5.2-9). Gradient ciśnienia nad Polską był mały. Nocą temperatura spadała poniżej 0 st. C, w dzień przekraczała 10 stopni C. Przez wiele godzin utrzymywała się mgła.

W dniu 4.11.2015 r. stężenia dobowe przekraczały dozwolone $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na ok. 87% stanowisk pomiarowych w kraju (rys. 5.2-8). Przekroczenia poziomu dopuszczalnego wystąpiły we wszystkich województwach. Najwyższe stężenia notowano w woj. śląskim i w pozostałych województwach położonych wzdłuż południowej granicy Polski oraz w woj. łódzkim (Opoczno). Najniższe stężenia wystąpiły wówczas w województwach północnych. W kraju, na 69% stanowisk, stężenie dobowe przekroczyło tzw. poziom epizodu ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na 11 stanowiskach przekroczony został poziom informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), na jednym stanowisku przekroczony został poziom alarmowy ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) – w Pszczynie w woj. śląskim.



Rys. 5.2-8. Stężenia 24-godz. PM10 w dniu 4.11.2015 r.

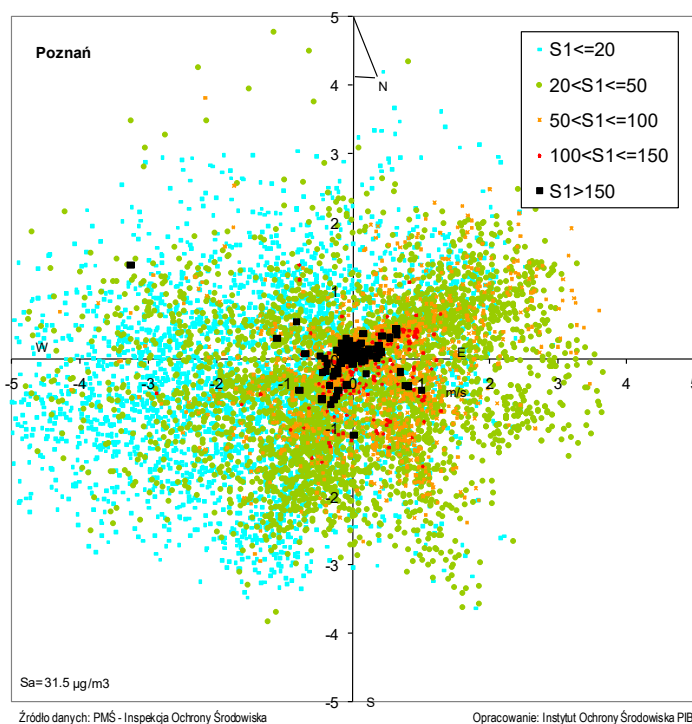


Rys. 5.2-9. Mapa synoptyczna na dzień 4.11.2015 g. 00 i 12 UTC (Źródło: IMGW)

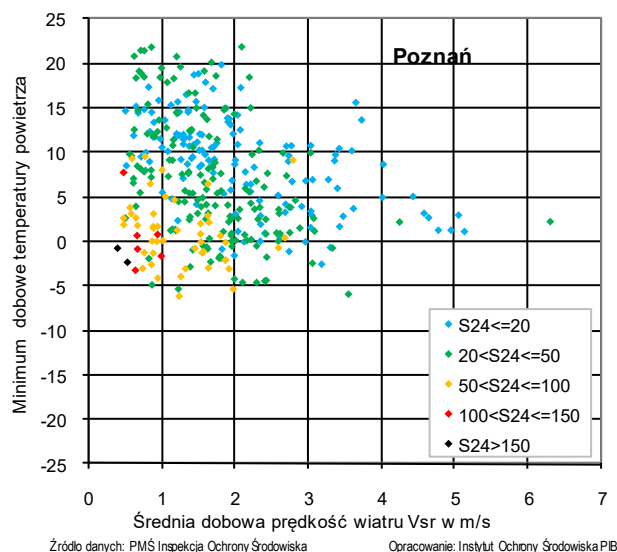
Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na rysunku 5.2-10 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. pyłu PM10 na stacji w Poznaniu w funkcji kierunku i prędkości wiatru. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. pyłu PM10. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Odległość punktu od środka układu współrzędnych (przecięcie czarnych linii na środku wykresu) odpowiada prędkości wiatru w czasie pomiaru, a kierunek punkt-środek wykresu odpowiada kierunkowi wiatru podczas pomiaru. Należy przy tym mieć na uwadze, że w rejonie stacji pomiarowych może być zaburzony przepływ powietrza np. przez ukształtowanie terenu, budynki lub roślinność. W związku z tym rejestrowane

podczas pomiarów: prędkość i kierunek wiatru mogą nie odpowiadać kierunkowi i prędkości wiatru charakterystycznym dla ruchu powietrza w większej skali przestrzennej.

Analiza warunków występowania wysokich stężeń 1-godz. pyłu PM10, pozwala na stwierdzenie, że najwyższe stężenia pyłu notowane były najczęściej przy niskiej prędkości wiatru (do ok. 1 m/s). Najwyższe stężenia najczęściej występują zatem w warunkach meteorologicznych, które nie sprzyjają intensywnemu rozpraszaniu i wywiewaniu zanieczyszczeń. Można stąd wnioskować, że znaczący wkład w najwyższe stężenia PM10 notowane na stacjach miejskich może mieć emisja pyłu z niskich źródeł, związana z ogrzewaniem budynków i z ruchem drogowym. Najwięcej niskich stężeń PM10 na rozważanej stacji wystąpiło przy wiatrach zachodnich. Przy wiatrach z kierunków wschodnich i południowo wschodnich, to jest od strony centrum Poznania, częściej notowano podwyższone stężenia PM10 niż przy wiatrach wiejących spoza miasta (kierunki zachodnie i północno zachodnie).



Rys. 5.2-10. Stężenia 1-godz. pyłu PM10 w 2015 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Poznaniu (WpPoznDabrow)



Rys. 5.2-11. Stężenia 24-godz. pyłu PM10 w 2015 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji Poznaniu (WpPoznDabrow).

Na rys. 5.2-11 przedstawiono stężenia 24-godz. pyłu PM10 w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji tła miejskiego w Poznaniu. Wysokie stężenia dobowe notowane były najczęściej (tak jak w poprzednich latach) w warunkach słabego wiatru i, inaczej niż w latach poprzednich, nie przy dużych spadkach temperatur (poniżej -10 st.C), lecz przy minimum dobowym temperatury w zakresie od -3 st. C do 0 st. C. W 2015 r. bardzo wysokie stężenia PM10 występowały w okresie od 24.10 do 7.11, gdy w ciągu wielu dni nad Polską utrzymywały się układy wyżowe i kraj znajdował się w masie ciepłego powietrza polarnomorskiego. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru i przy każdej temperaturze stężenia pyłu z reguły malały.

5.3. Zmiany stężeń PM10 w wieloleciu

Stężenia zanieczyszczeń, w tym pyłu PM10, i określone parametry statystyczne z rocznych serii pomiarowych (S_a , $S_{90.4}$) dla kolejnych lat z reguły różnią się od siebie. Obserwowane w kolejnych latach różnice w stężeniach zanieczyszczeń są głównie wynikiem różnic warunków meteorologicznych w poszczególnych latach (krajowa emisja zanieczyszczeń, w tym PM10, z reguły nie zmienia się z roku na rok o więcej niż kilka procent). Właśnie ze względu na inny przebieg warunków meteorologicznych w każdym roku, w tym inną częstość występowania warunków korzystnych z punktu widzenia rozpraszania zanieczyszczeń (duża prędkość wiatru, obojętna i chwiejna równowaga atmosfery, brak dużych spadków temperatury w sezonie zimowym) i warunków niekorzystnych (słaby wiatr, inwersja temperatury, znaczące spadki temperatury powietrza) oraz ich intensywności, stężenia zanieczyszczeń mogą się zmieniać w pewnym zakresie z roku na rok.

Do prezentacji zmiany stężeń pyłu w wieloleciu wykorzystano wskaźniki bazujące na stężeniu średnim rocznym WSa oraz na 36-tym maksimum z serii pomiarowych stężeń 24 godzinnych S_{max36}^9 - WS_{max36} . Wskaźniki dla Polski, dla każdego roku, obliczane są dwuetapowo: w pierwszym etapie określa się wartość średnią ze stacji wybranego typu dla każdego województwa (stanowiska tła miejskiego i podmiejskiego), w drugim etapie oblicza się wskaźnik dla kraju, jako średnią ważoną z wartości wojewódzkich, gdzie wagą jest liczba mieszkańców województwa.

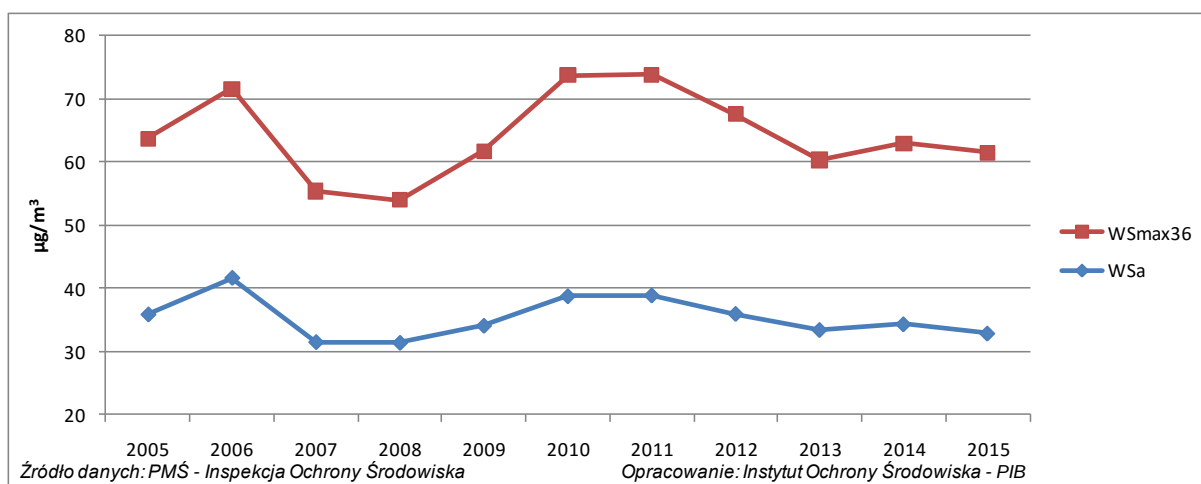
Na rysunku 5.3-1 przedstawiono wartości wskaźnika WSa dotyczącego stężeń średnich rocznych Sa obliczonego dla lat 2005-2015 dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego. Średnia wartość wskaźnika dla tego okresu wynosiła $35.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W okresie tym wartość wskaźnika zmieniała się w zakresie od -11% do +18% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia. Najwyższą wartość wskaźnik WSa przyjmował w 2006 r. W 2007 r. nastąpił znaczący spadek wartości wskaźnika, a w 2008 spadek pogłębił się do najniższej wartości notowanej w wieloleciu. W latach 2009-2011 stężenia PM_{10} rosły, przy czym stężenia w 2010 r. i 2011 r. były bardzo zbliżone do siebie. W następnych dwóch latach stężenia średnie roczne spadały. W 2014 r. stężenia średnie roczne PM_{10} były o ok. 3% wyższe niż w 2013 r. a w 2015 r. nastąpił ponowny spadek stężeń do wartości niższej od stężenia w 2013 r. W latach 2013-2015 wskaźnik WSa przyjmował wartości niższe od średniej dla wielolecia. Linia trendu określona metodą najmniejszych kwadratów wskazuje na niewielki trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. Tylko w 2010 r. wartość wskaźnika obliczonego dla kraju przekraczała poziom dopuszczalny $Da = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Latami z podwyższonymi stężeniami pyłu PM_{10} były 2006, 2010 i 2011, najniższe stężenia notowano w 2008 r.

Charakter zmian w czasie wskaźnika WS_{max36} jest zbliżony do przebiegu wskaźnika WSa , aczkolwiek wartości wskaźnika WS_{max36} w latach 2010 i 2011 były wyższe niż w 2006 r. (inaczej niż w przypadku wskaźnika WSa). Wartość wskaźnika zmieniała się w zakresie od -16% do +15% licząc od wartości średniej dla wielolecia ($64,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W 2014 r. stężenia średnie roczne PM_{10} były o ok. 4% wyższe niż w 2013 r., w 2015 r. o 2% niższe niż w roku poprzednim. W latach 2013-2015 wskaźnik WS_{max36} przyjmował wartości niższe od średniej dla wielolecia. Linia trendu określona metodą najmniejszych kwadratów wskazuje na niewielki trend rosnący wskaźnika w rozważanym okresie. Dla każdego roku z okresu objętego analizą wartość wskaźnika obliczonego dla kraju przekraczała poziom dopuszczalny $D_{24} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podobnie jak w przypadku stężeń średnich rocznych, latami z podwyższonymi wartościami wskaźnika WS_{max36} były 2006, 2010 i 2011, najniższe stężenia S_{max36} notowano w 2008 r.

Jak już wspomniano wcześniej, stężenia pyłu w poszczególnych latach były w dużym stopniu uzależnione od warunków meteorologicznych występujących w danym roku. W sezonie chłodnym lat 2006 i 2010 wyjątkowo często występowały niekorzystne warunki

⁹ S_{max36} to 36-ta wartość w uporządkowanym nierosnąco ciągu wartości stężeń 24-godz. z roku kalendarzowego. Jest to wartość powiązana z definicją wartości dopuszczalnej dla pyłu PM_{10} . Jeżeli wartość 36-tego maksimum jest większa od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, to oznacza, że w roku wystąpiło więcej niż dozwolone 35 przypadków przekroczeń poziomu dopuszczalnego $D_{24} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – czyli że stężenie dopuszczalne 24-godz. dla PM_{10} zostało przekroczone.

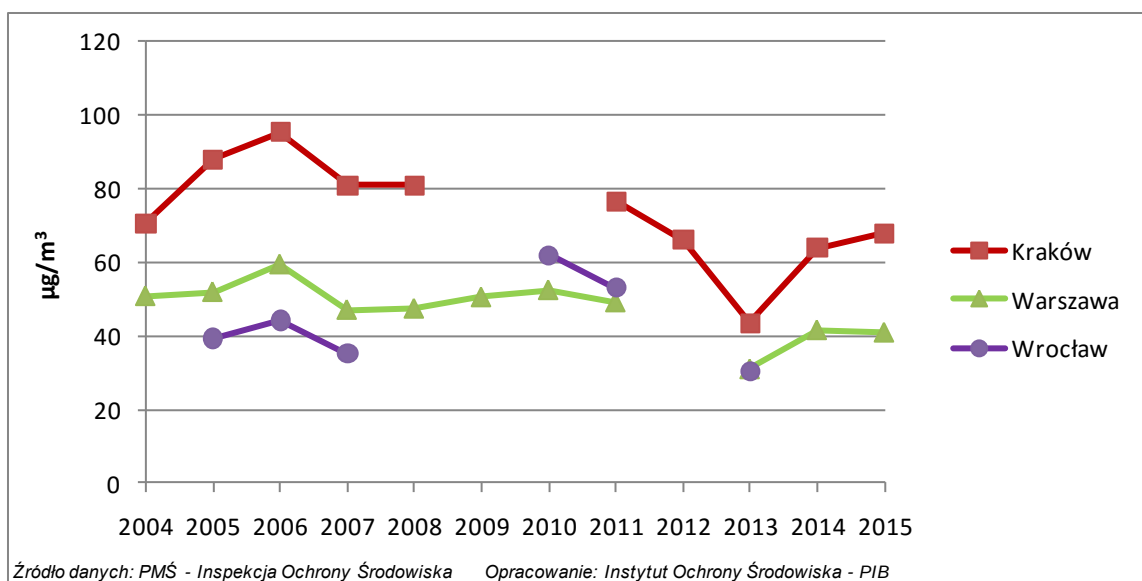
meteorologiczne z punktu widzenia zanieczyszczenia powietrza. W każdym z tych lat średnia temperatura w trzech miesiącach sezonu chłodnego była poniżej lub znacznie poniżej wartości średniej dla wielolecia 1971-2000, podczas gdy w innych latach rozważanego okresu, częstość występowania takich sytuacji była mniejsza. Niższa temperatura w sezonie chłodnym łączy się ze zwiększoną emisją pyłu do atmosfery z procesów ogrzewania budynków, a także z gorszymi warunkami rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń (przyziemne inwersje temperatury, słaby wiatr).



Rys. 5.3-1. Zmiany stężeń średnich rocznych PM10 oraz stężeń 24-godz. PM10 na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce w latach 2005-2015

Ze względu na brak dostatecznej liczby stanowisk z wieloletnimi seriami pomiarowymi do obliczenia krajowego wskaźnika WŚa dla stanowisk komunikacyjnych, zmiany stężeń pyłu PM10 na stanowiskach tego typu zaprezentowano na przykładzie wyników pomiarów z lat 2004-2015 z trzech stanowisk komunikacyjnych, zlokalizowanych w Krakowie, w Warszawie i we Wrocławiu.

Stężenia średnie roczne Sa z tych stacji zmieniały się w znacznym zakresie z roku na rok, od -41% do +41% w stosunku do wartości średniej z wielolecia. Na dwóch z trzech stanowisk komunikacyjnych, najwyższe stężenia wystąpiły w 2006 r., na jednym w 2010 r. Na wszystkich stacjach stężenia notowane w latach 2013-2015 były niższe niż notowane w latach 2004-2011. W 2015 r. stężenia w Krakowie wzrosły o kilka procent, w Warszawie spadły o 2% w stosunku do roku poprzedniego.



Rys. 5.3-2. Stężenia średnie roczne PM10 w latach 2004-2015 na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie, w Warszawie i we Wrocławiu

5.4. Ocena stężeń pyłu PM10 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

Kryteria oceny

Dopuszczalne stężenia pyłu PM10 w powietrzu oraz dopuszczalne częstotliwości ich przekraczania ustanowione w celu ochrony zdrowia, obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.6-1 w rozdziale 3.6.

Stężenia PM10 w miastach

W 2015 r. poziom dopuszczalny pyłu PM10 dla stężenia średniego rocznego ($Da=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), określony ze względu na ochronę zdrowia, przekroczony był na 36 z 207 stanowisk miejskich i podmiejskich, zlokalizowanych na terenie 7 województw (tab. 5.4-1), w tym na 30 stanowiskach tła miejskiego (tab. 5.4-2). Najwięcej stanowisk z przekroczeniami Da znajdowało się w województwach: śląskim, łódzkim i małopolskim (rys. 5.4-1). Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego ($68 \mu\text{g}/\text{m}^3$), o 70% przewyższającą poziom dopuszczalny, zarejestrowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie. Wśród stanowisk tła miejskiego, najwyższe stężenie Sa zarejestrowano na stanowiskach w Bogatyni w woj. dolnośląskim ($61 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i w Opocznie w woj. łódzkim ($56 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stężenia w miastach w północnej części Polski były niższe niż w części południowej i centralnej. W miastach 9 województw nie notowano stężeń przewyższających roczny poziom dopuszczalny pyłu PM10.

Na 5 z 12 stanowisk komunikacyjnych stężenia średnie roczne z 2015 r. przewyższały $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 5.4-3). Średnia ze stężeń rocznych uzyskanych na 12 stanowiskach komunikacyjnych wynosiła $38.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i była o 18% wyższa od średniej ze stężeń Sa ze stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego (wynoszącej $32.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Percentyl S90.4 ze stężeń dobowych¹⁰ przekraczał wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowiskach miejskich i podmiejskich we wszystkich 16 województwach (tab. 5.4-1), w sumie na 163 z 207 stanowisk (79%) uwzględnionych w ocenie (rys. 5.4-2). Parametr S90.4 przyjmował najwyższe wartości (powyżej $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanowiskach w województwach: małopolskim, łódzkim, śląskim i dolnośląskim. Przeszło dwukrotne przekroczenie wartości granicznej $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wystąpiło na 5 stanowiskach tła miejskiego oraz na stacji komunikacyjnej w Krakowie, na której zanotowano najwyższą wartość tego parametru w kraju w 2015 r. ($132 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Najwięcej stanowisk z percentylem S90.4 wyższym od $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ znajdowało się w woj. śląskim i łódzkim (rys. 5.4-2).

W 6 województwach na wszystkich miejskich i podmiejskich stanowiskach pomiarowych percentyl S90.4 przekraczał $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹⁰ Przekroczenie $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S90.4 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 24-godz. PM10 oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 35 dni z przekroczeniami stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabela 5.4-1. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach miejskich i podmiejskich w poszczególnych województwach w 2015 r.

Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10					Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m ³				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
dolnośląskie	20	2	27	33.1	61	20	18	48	61.9	103	20	17	30	57.1	172
kujawsko-pomorskie	14	1	26	32.5	43	14	14	52	65.0	92	14	14	40	61.1	109
lubelskie	8		29	32.6	37	8	8	51	58.0	68	8	8	39	52.3	66
lubuskie	6		20	25.7	30	6	1	37	47.2	56	6	1	18	29.7	49
łódzkie	21	9	26	38.5	56	21	19	47	73.1	110	20	19	27	84.5	152
małopolskie	19	8	28	40.0	68	19	18	44	76.5	132	13	13	38	88.3	200
mazowieckie	16	2	28	33.9	44	16	16	52	62.6	84	16	16	37	58.6	90
opolskie	7		31	32.9	36	7	7	56	63.2	76	7	7	41	55.1	72
podkarpackie	11	1	30	33.6	44	11	11	55	61.0	78	10	10	40	51.7	94
podlaskie	4		24	26.2	29	4	1	46	49.0	57	4	1	26	31.5	46
pomorskie	20		14	23.4	39	20	5	25	43.6	66	20	4	1	24.0	76
śląskie	23	13	23	41.0	52	23	22	38	79.7	103	23	22	16	82.6	117
świętokrzyskie	8		27	31.8	38	8	8	51	59.4	72	8	8	38	52.4	80
warmińsko-mazurskie	7		20	24.5	29	7	2	36	45.2	55	7	1	11	24.3	44
wielkopolskie	15		26	32.0	39	15	12	49	60.8	78	15	12	28	53.0	83
zachodniopomorskie	8		21	24.3	28	8	1	37	44.5	56	8	1	19	25.6	45
Razem	207	36	14	33.1	68	207	163	25	62.6	132	199	154	1	57.1	200

Objaśnienia do tabeli 5.4-1:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich stanowiskach miejskich i podmiejskich uwzględnionych w ocenie

Tabela 5.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w poszczególnych województwach w 2015 r.

Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10					Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m ³				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
dolnośląskie	20	2	27	33.1	61	20	18	48	61.9	103	20	17	30	57.1	172
kujawsko-pomorskie	10	1	26	31.5	43	10	10	53	63.0	86	10	10	41	59.2	109
lubelskie	8		29	32.6	37	8	8	51	58.0	68	8	8	39	52.3	66
lubuskie	6		20	25.7	30	6	1	37	47.2	56	6	1	18	29.7	49
łódzkie	18	8	26	38.7	56	18	17	47	74.2	110	18	17	27	84.2	152
małopolskie	17	6	28	37.7	49	17	16	44	71.9	104	11	11	38	75.3	118
mazowieckie	14	1	28	33.8	44	14	14	54	62.7	84	14	14	37	58.5	90
opolskie	7		31	32.9	36	7	7	56	63.2	76	7	7	41	55.1	72
podkarpackie	11	1	30	33.6	44	11	11	55	61.0	78	10	10	40	51.7	94
podlaskie	4		24	26.2	29	4	1	46	49.0	57	4	1	26	31.5	46
pomorskie	20		14	23.4	39	20	5	25	43.6	66	20	4	1	24.0	76
śląskie	21	11	23	40.6	52	21	20	38	79.1	103	21	20	16	81.6	117
świętokrzyskie	8		27	31.8	38	8	8	51	59.4	72	8	8	38	52.4	80
warmińsko-mazurskie	7		20	24.5	29	7	2	36	45.2	55	7	1	11	24.3	44
wielkopolskie	15		26	32.0	39	15	12	49	60.8	78	15	12	28	53.0	83
zachodniopomorskie	5		21	23.8	28	5	1	37	43.8	56	5	1	19	25.6	45
Razem	191	30	14	32.7	61	191	151	25	61.9	110	184	142	1	55.6	172

Objaśnienia do tabeli 5.4-2

¹⁾ liczba stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego uwzględnionych w ocenie

Tabela 5.4-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach komunikacyjnych w aglomeracjach i miastach poszczególnych województw w 2015 r.

Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

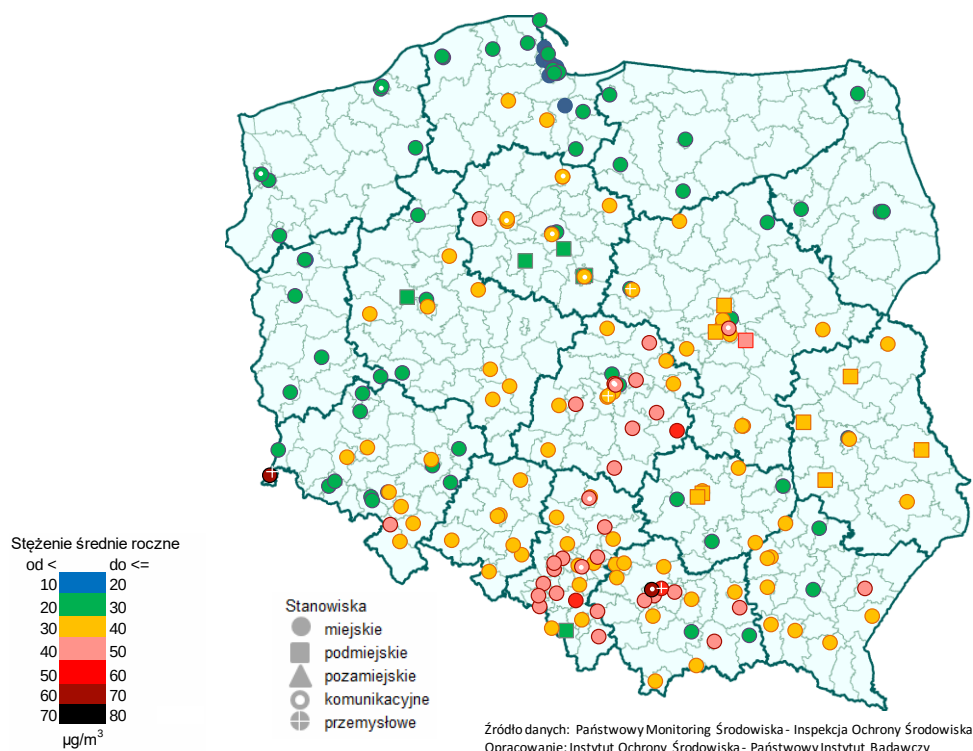
Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10					Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m ³				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
kujawsko-pomorskie	4		29	35.0	40	4	4	52	70.2	92	4	4	40	66.0	83
łódzkie	2	1	31	36.7	42	2	1	50	63.9	77	1	1	103	103	103
małopolskie	1	1	68	67.9	68	1	1	132	132.4	132	1	1	200	200	200
mazowieckie	1	1	41	41.0	41	1	1	71	71.4	71	1	1	80	80	80
śląskie	2	2	45	45.6	46	2	2	86	86.2	86	2	2	91	93.5	96
zachodniopomorskie	2		23	24.7	26	2		42	44.0	45	2		21	23.0	25
Razem	12	5	23	38.6	68	12	9	42	72.7	132	11	9	21	80.0	200

Objaśnienia do tabeli 5.4-3:

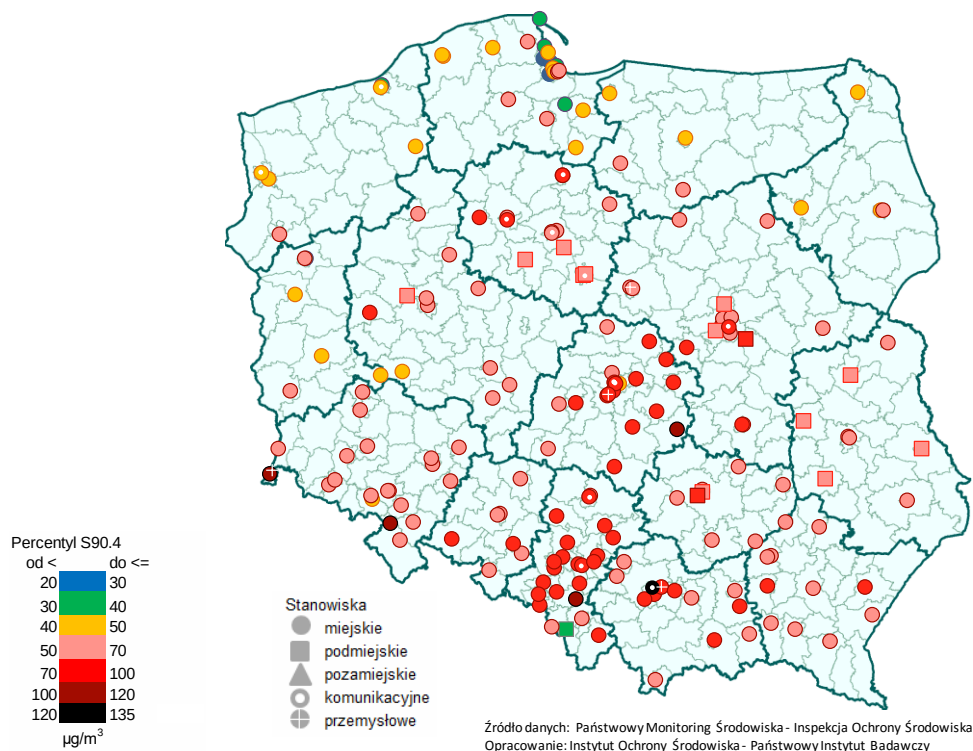
¹⁾ liczba stanowisk tła miejskiego uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich stanowiskach komunikacyjnych uwzględnionych w ocenie



Rys. 5.4-1. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2015 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

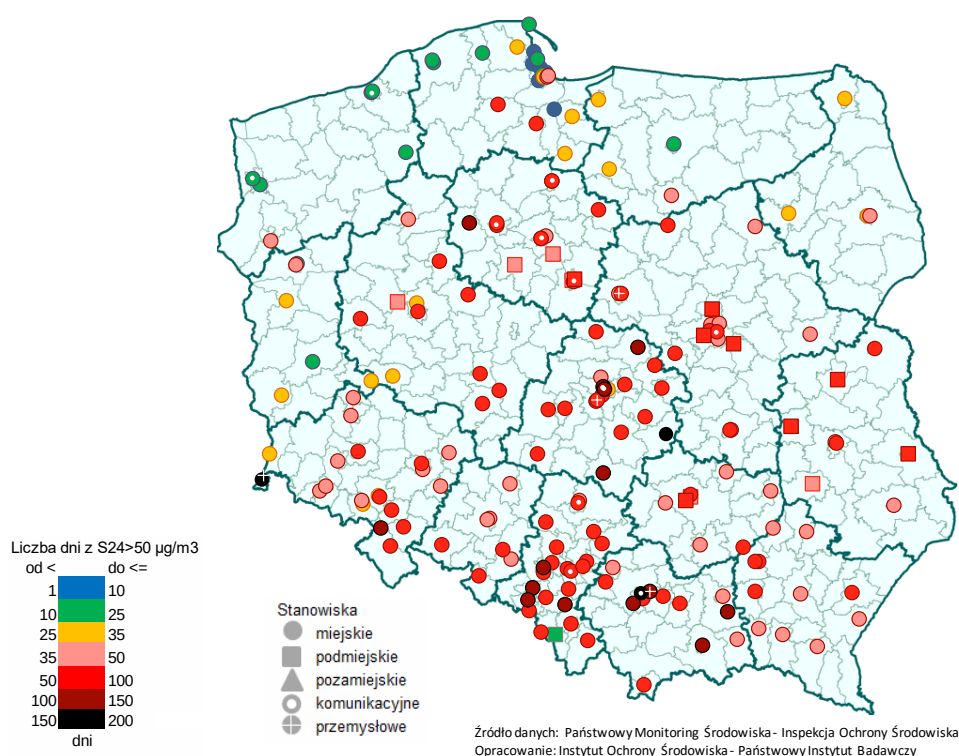


Rys. 5.4-2. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2015 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Spośród 123 stanowisk miejskich i podmiejskich, z których serie pomiarowe obejmowały co najmniej 85% dni w roku, najwięcej dni z przekroczeniami poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 200 dni - wystąpiło na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie (tab. 5.4-1, rys. 5.4-3) oraz na stacji tła

miejskiego w Bogatyni (172). Ogółem wśród stanowisk z kompletnymi seriami pomiarowymi, więcej niż 35 przypadków przekroczeń poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło na 154 ze 199 stanowisk (77%). Przekroczenia takie wystąpiły przynajmniej na jednym stanowisku w każdym województwie. W 7 województwach, przekroczenia takie wystąpiły na wszystkich stanowiskach z pełnymi seriami pomiarowymi. Najwięcej stacji, na których 24-godz. stężenia PM_{10} przekraczające wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały w ciągu więcej niż 100 dni w 2015 r., zlokalizowane jest na terenie woj. śląskiego, łódzkiego i małopolskiego.

Na 9 spośród 11 stanowisk komunikacyjnych przekroczenia wystąpiły więcej niż 35 razy w roku (tab. 5.4-3).



Rys. 5.4-3. Liczba dni w 2015 r. ze stężeniem 24-godz. pyłu PM_{10} wyższym od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ określona na podstawie pomiarów na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Stężenia pyłu PM10 poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów stężeń pyłu PM10 z 11 stanowisk pozamiejskich z 8 województw. Wśród nich 10 to stanowiska pomiarów tła oraz jedno zlokalizowane w obszarze oddziaływania zakładów przemysłowych (tab. 5.4-4).

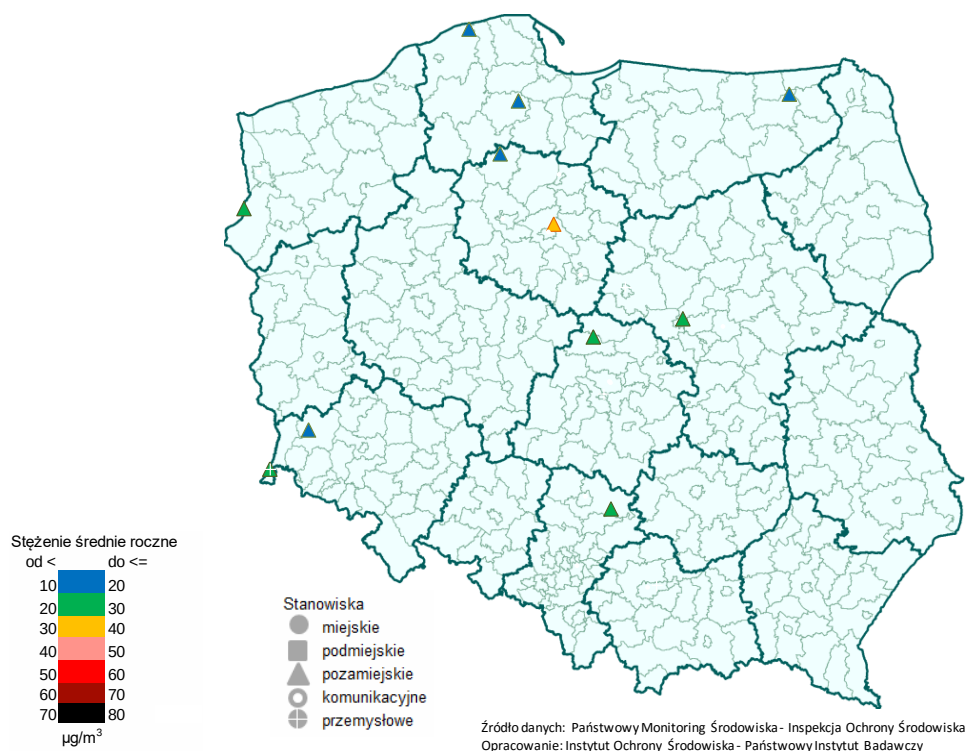
Stężenia pyłu PM10 na obszarach pozamiejskich w 2015 roku (podobnie jak w innych latach) były generalnie niższe niż w miastach. Na żadnym stanowisku pozamiejskim stężenie średnie roczne PM10 nie przekroczyło poziomu dopuszczalnego (rys. 5.4-4, tab. 5.4-4). Wartości stężeń wynosiły od 15.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gać w woj. pomorskim) do 31.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Granica w woj. mazowieckim). Średnia ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk pozamiejskich wynosiła w 2015 roku 22.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość znacznie niższa od średniej obliczonej dla stacji tła miejskiego i podmiejskiego (32.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wartość percentyla S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10 (rys. 5.4-5) przekroczyła 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na jednym (spośród 10) stanowisku - w Koniczynie k. Torunia (63.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Jedynie na tej stacji (rys. 5.4-6), spośród wszystkich stanowisk pozamiejskich, zanotowano więcej niż 35 przypadków przekroczeń poziomu 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. (58 dni). Na pozostałych stanowiskach dotrzymane były wartości normatywne stężeń określone dla stężeń dobowych i średnich rocznych.

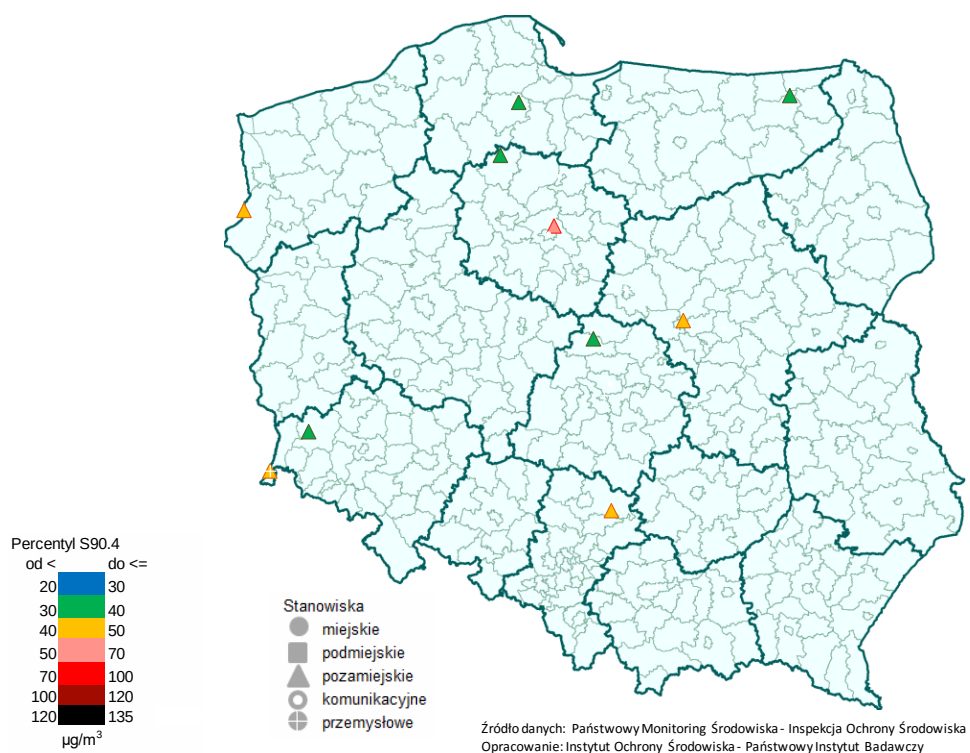
Tabela 5.4-4. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stanowiskach pozamiejskich w 2015 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

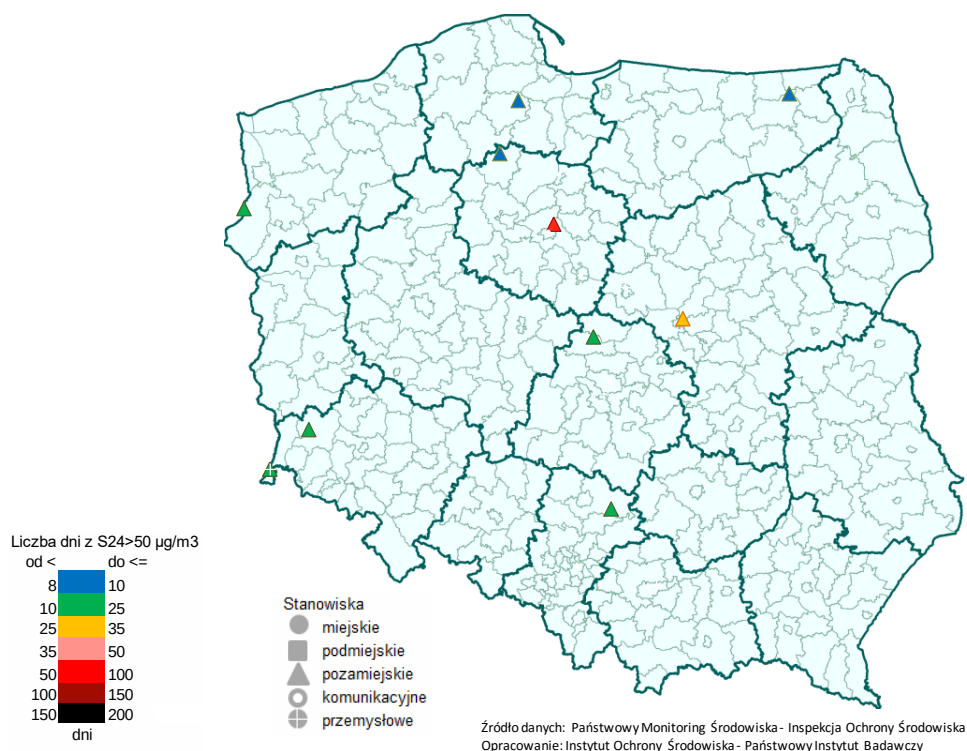
Województwo	Miejscowość	Kod stacji	Typ stanowiska	Stężenie średnie roczne PM10	Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10	Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
dolnośląskie	Działoszyn	DsDziałoszyn	przemysłowe	27.5	47.1	18
dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	tło	18.7	35.9	13
kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	tło	31.2	63.6	58
kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu	tło	17.5	34.8	10
łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	tło	23.5	39.9	14
mazowieckie	Granica	MzGranicaKPN	tło	23.9	46.3	26
pomorskie	Gać	PmGac	tło	15.5		
pomorskie	Liniewko Kościerskie	PmLinieKos17	tło	19.2	36.0	8
śląskie	Złoty Potok	SlZlotPotLes	tło	25.8	42.5	20
warmińsko-mazurskie	Diabla Góra	WmPuszczaBor	tło	17.3	33.1	8
zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	tło	22.8	42.8	18



Rys. 5.4-4. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2015 r. na stanowiskach pozamiejskich



Rys. 5.4-5. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2015 r. na stanowiskach pozamiejskich



Rys. 5.4-6. Liczba dni w 2015 r. ze stężeniem 24-godz. pyłu PM_{10} wyższym od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ określona na podstawie pomiarów na stanowiskach pozamiejskich

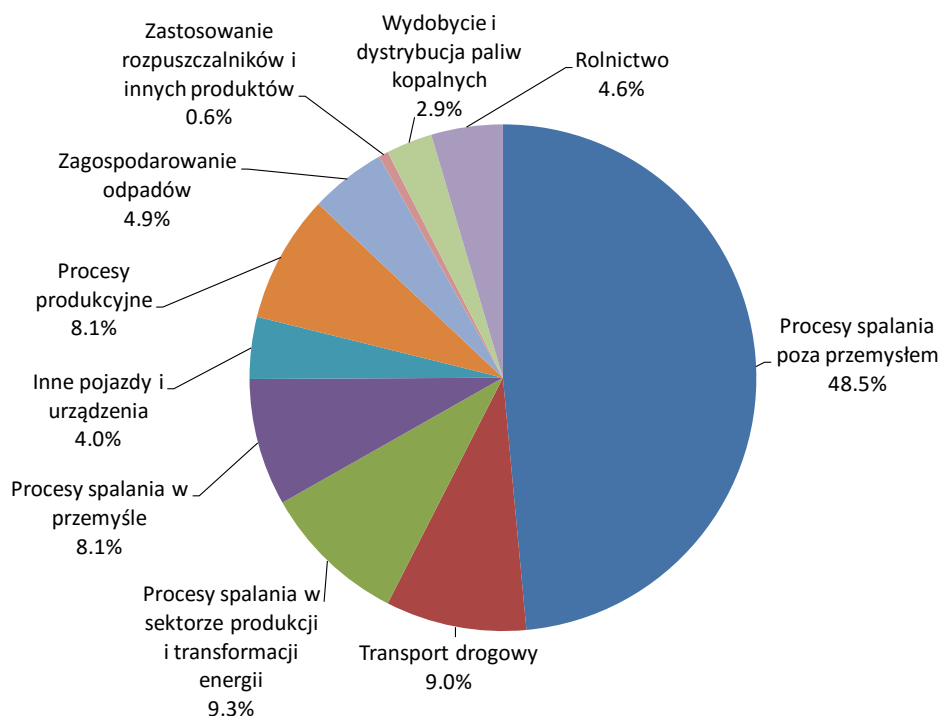
5.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM_{10} w Polsce oraz możliwe środki zaradcze

Zgodnie z danymi Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), głównym źródłem emisji pyłu PM_{10} do atmosfery w Polsce są procesy spalania paliw poza przemysłem (rys. 5.5-1). Emisja z tych procesów stanowi ok. 49% całkowitej emisji pyłu z terenu kraju. W tej kategorii największy udział ma emisja z sektora komunalno-bytowego, w tym związana z ogrzewaniem budynków. Emisja zanieczyszczeń związana z ogrzewaniem zachodzi z niskich emitorów, w obszarach z zabudową mieszkaniową, przez co ma na wielu obszarach decydujący wpływ na występowanie tam przekroczeń wartości kryterialnych.

Transport drogowy odpowiedzialny jest za 9% krajowej emisji pyłu. W połączeniu z miejscem i sposobem wprowadzania zanieczyszczeń pochodzących z ruchu drogowego do powietrza, powoduje to, że w centralnych częściach miast z gęstą siatką ulic o dużym natężeniu ruchu samochodów oraz w obrębie kanionów ruchliwych ulic, emisja z samochodów może być czynnikiem decydującym o wystąpieniu przekroczeń wartości kryterialnych dla pyłu PM_{10} (również $\text{PM}_{2.5}$ i NO_2).

Emisja pyłu PM_{10} z sektora produkcji i transformacji energii (9% emisji krajowej), procesów spalania w przemyśle (8%) oraz procesów produkcyjnych (8%), między innymi ze względu na sposób wprowadzania zanieczyszczeń do powietrza (np. wysokie kominy elektrowni), położenie przemysłowych źródeł emisji w stosunku do obszarów z zabudową mieszkaniową (oddalenie) i mniej powszechne występowanie (w porównaniu z emisją z ogrzewania budynków i emisją związaną z komunikacją), mają mniejszy wpływ

na występowanie przekroczeń wartości dopuszczalnych pyłu PM₁₀ niż wymienione wcześniej emisje związane z ogrzewaniem budynków i transportem samochodowym.



Rys. 5.5-1. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM₁₀ w Polsce w roku 2014

Źródło danych: IOŚ-PIB KOBIZE. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Na poziom stężeń pyłu w Polsce pewien wpływ mają emisje pyłu i prekursorów pyłu wtórnego ze źródeł emisji położonych poza granicami kraju. Wpływ ten jest największy w województwach południowych i zachodnich i maleje wraz z oddalaniem się od granicy. Za przekroczenia poziomów dopuszczalnych pyłu PM₁₀ odpowiedzialne są przede wszystkim krajowe źródła emisji. Jednakże na niektórych ograniczonych obszarach (np. w rejonie Bramy Morawskiej) napływ zanieczyszczeń z Czech (głównie ze Śląska Morawskiego, w tym z przemysłowego rejonu Ostrawy) może, oprócz źródeł krajowych, przyczyniać się do wzrostu stężeń PM₁₀ ponad poziom dopuszczalny.

Największy procentowy udział emisji ze źródeł zagranicznych w stężeniach PM₁₀ w Polsce ma miejsce w województwie zachodniopomorskim, gdzie, zgodnie z obliczeniami modelowymi, emisja spoza granic Polski odpowiedzialna jest nawet za przeszło 40% stężenia PM₁₀. Dotyczy to obszarów, gdzie generalnie stężenia PM₁₀ są niskie. Przy niskich stężeniach pyłu na tym terenie, nawet wzrost stężeń powodowany przez źródła zagraniczne nie powoduje z reguły powstawania przekroczeń wartości dopuszczalnych.

Zgodnie z analizami wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska zawartymi w wykonywanych co roku ocenach jakości powietrza oraz na podstawie innych analiz można przyjąć, że w miejscach z najwyższymi stężeniami PM₁₀ w Polsce, na poziom

zanieczyszczenia powietrza największy wpływ ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich źródeł, związana ze spalaniem paliw stałych w celach grzewczych i bytowych. Emisje z tej kategorii źródeł mają największy udział w emisji krajowej (49%). Drugą kategorią źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM₁₀ jest transport drogowy. Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są w obszarach z budownictwem mieszkaniowym, na niewielkich wysokościach nad poziomem gruntu, przez co bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach przebywania ludzi. Emisje z transportu drogowego mają miejsce na niewielkiej wysokości z sieci dróg i ulic i, w związku z tym, również mają znaczący wpływ na podwyższenie poziomu stężeń w strefie przebywania i zamieszkiwania ludzi.

Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM₁₀ można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych wyżej dwóch kategorii źródeł, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych, będących znaczącymi emitentami zarówno pyłu, jak i prekursorów pyłu.

Do ograniczenia niskiej emisji komunalno-bytowej (kategoria: procesy spalania paliw poza przemysłem) może prowadzić szereg działań o charakterze edukacyjnym, administracyjnym, organizacyjnym, podatkowym itp., w tym:

1. podniesienie poziomu wiedzy ekologicznej ludności, promowanie zachowań proekologicznych;
2. promowanie zastępowania pieców i kotłów na paliwa stałe innymi źródłami ciepła, mniej uciążliwymi dla środowiska (gaz ziemny i płynny, lekki olej opałowy, źródła geotermalne, pompy ciepła, kolektory słoneczne), poprzez popularyzację wiedzy na ten temat i wsparcie finansowe;
3. promowanie modernizacji indywidualnych systemów grzewczych - zastępowania starych nisko sprawnych kotłów i pieców przez niskoemisyjne nowe kotły na paliwo dobrej jakości;
4. wprowadzenie standardów jakościowych na paliwa stałe;
5. rozwój technologii nowych paliw niskoemisyjnych i bezemisyjnych;
6. zakaz dystrybucji paliw stałych nie spełniających wymagań jakościowych;
7. wprowadzenie standardów emisyjnych dla kotłów stosowanych w indywidualnym ogrzewaniu budynków;
8. stopniowa likwidacja nieefektywnych źródeł ciepła (piece, kotły, paleniska, kominki);
9. wprowadzenie zakazu sprzedaży pieców i kotłów nie spełniających standardów emisyjnych;
10. wspieranie termoizolacji budynków, między innymi poprzez wsparcie finansowe;
11. promowanie budownictwa energooszczędnego i pasywnego;
12. promowanie budowy i stosowania odnawialnych źródeł energii;
13. rozwój i modernizacja systemów zaopatrzenia w ciepło sieciowe;
14. wprowadzenie zakazu palenia drewnem i innymi paliwami stałymi w kominkach na wybranych obszarach;

15. wprowadzenie do regulaminów porządku publicznego zakazu spalania odpadów roślinnych (ścięta trawa, liście, chwasty itp.) z przydomowych ogródków i z ogródków działkowych oraz zorganizowanie systemu odbioru odpadów zielonych;
16. egzekwowanie zakazu spalania odpadów w paleniskach domowych, kotłach, piecach, ogniskach;
17. rozbudowa systemów dystrybucji sieciowego gazu ziemnego;
18. prowadzenie odpowiedniej polityki podatkowej zachęcającej do stosowania mniej szkodliwych paliw (gaz ziemny, gaz płynny, lekki olej opałowy) lub źródeł energii odnawialnej w miejsce paliw uciążliwych dla środowiska;
19. wprowadzenie zakazu spalania resztek roślinnych na polach.

Emisje pyłu PM10 związane z transportem drogowym można ograniczyć między innymi poprzez:

1. rozwój i wspieranie systemów transportu publicznego (w tym z taboru niskoemisyjnym) w celu ograniczenia intensywności ruchu pojazdów indywidualnych;
2. wdrażanie systemów organizacji ruchu prowadzących do ograniczenia emisji zanieczyszczeń z pojazdów drogowych;
3. organizację stref płatnego parkowania z dostateczną liczbą miejsc parkingowych;
4. wprowadzanie opłat za wjazd do wydzielonych części centralnych miast, opłat uzależnionych od klasy uciążliwości pojazdu;
5. eliminowanie z ruchu pojazdów nie spełniających norm emisyjnych (okresowe badania techniczne, kontrole drogowe);
6. opracowanie systemu zachęt do wymiany samochodów na nowe pojazdy niskoemisyjne (np. hybrydowe, wodorowe, elektryczne);
7. rozwój infrastruktury niezbędnej do upowszechnienia samochodów z napędem elektrycznym lub wodorowym;
8. opracowanie instrumentów skłaniających do ograniczania przewozu ładunków transportem samochodowym na rzecz kolei i transportu wodnego;
9. rozwój infrastruktury kolejowej i sieci połączeń kolejowych oraz odpowiednie kształtowanie taryf biletowych w celu zachęty do podróżowania koleją zamiast samochodami osobowymi i autobusami;
10. budowa parkingów typu park&ride oraz park&bike na obrzeżach miast;
11. rozbudowa systemu ścieżek rowerowych i wprowadzanie ułatwień ruchu dla rowerzystów;
12. budowa obwodnic miast i miejscowości;
13. modernizacja i przebudowa dróg, w tym z zastosowaniem technologii ograniczających emisję ze ścierania nawierzchni drogi.

6. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 w skali kraju

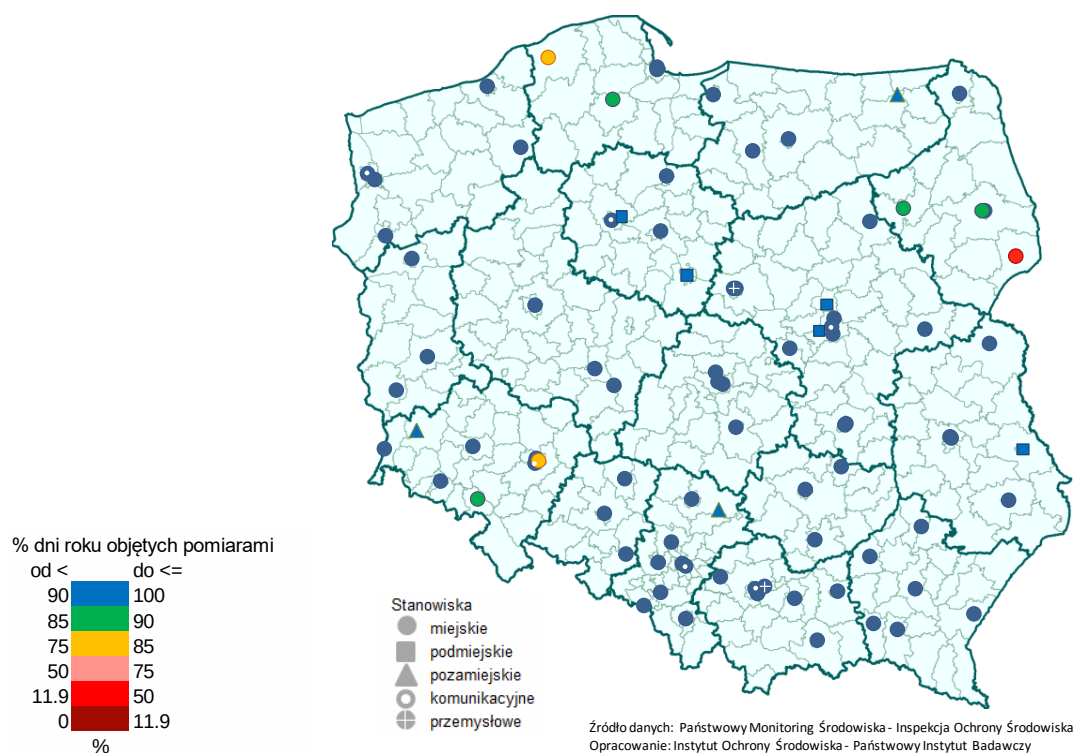
6.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM2.5

Raport opracowano na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 wykorzystanych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska do opracowania ocen jakości powietrza za 2015 rok na terenie poszczególnych województw, zatwierdzonych w wyniku dodatkowego przeglądu serii danych na poziomie krajowym przeprowadzonym na zlecenie GIOŚ w Instytucie Ochrony Środowiska - PIB. Spośród zgromadzonych w bazie JPOAT danych ze 111 stanowisk pomiarowych PM2.5, w rocznej ocenie jakości powietrza w strefach, wykonywanej przez WIOŚ, wykorzystano wyniki z 86 stanowisk. Wyniki tylko z tych stanowisk uwzględniono przy opracowywaniu niniejszego raportu.

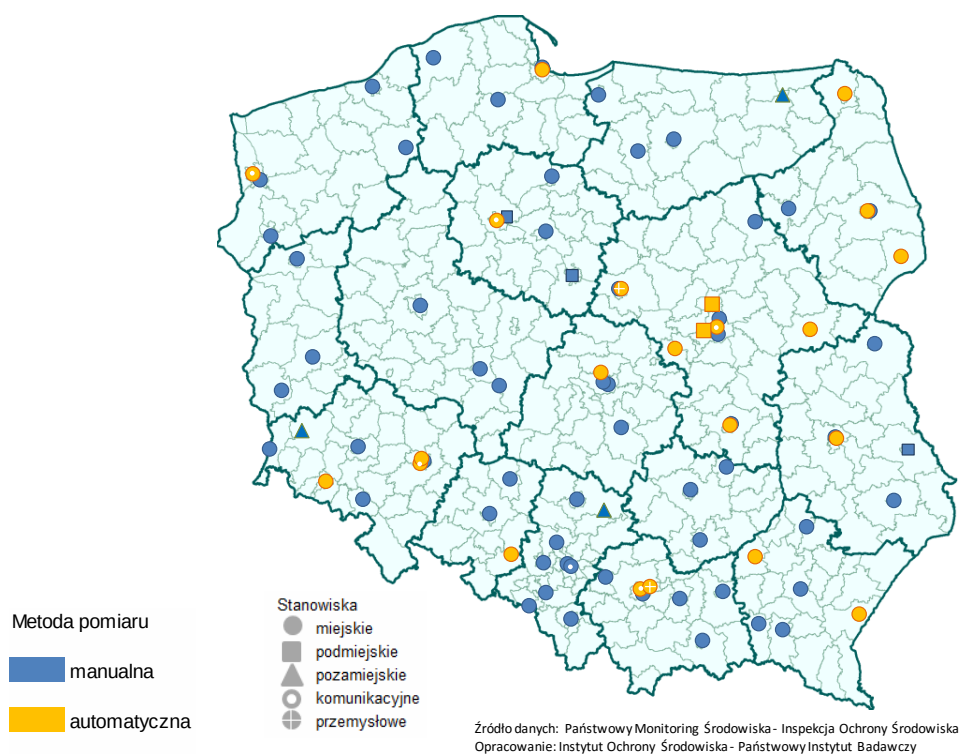
Przeważająca większość serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 uwzględnionych w opracowaniu spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych, pozwalające na prawidłowe obliczanie odpowiednich parametrów statystycznych (rys. 6.1-1). Na wszystkich stanowiskach prowadzone były pomiary codzienne lub ciągle automatyczne. W 2015 r. na ok. 92% stanowisk (tj. na 79 z 86 stanowisk) uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, na 97% stanowisk pokrycie nie mniejsze niż 85%. Na 85 z 86 stanowisk kompletność serii przekraczała 75%.

Wśród stanowisk pomiarowych przeważały zlokalizowane na obszarach miast – 78 stanowisk, w tym 70 tła miejskiego, 6 komunikacyjnych i 2 zlokalizowane w strefie oddziaływania przemysłu. Na obszarach pozamiejskich zlokalizowane były 3 stanowiska, 5 stanowisk zaklasyfikowano jako podmiejskie (rys. 6.1-1).

Z ogólnej liczby 86 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 63 z nich wykorzystywano metody manualne, na pozostałych 23 pomiar stężeń PM2.5 prowadzony był metodami automatycznymi (rys. 6.1-2).



Rys. 6.1-1. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM_{2.5}, z których dane wykorzystano w raporcie za 2015 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska, rodzaju obszaru lokalizacji i kompletności serii pomiarowej

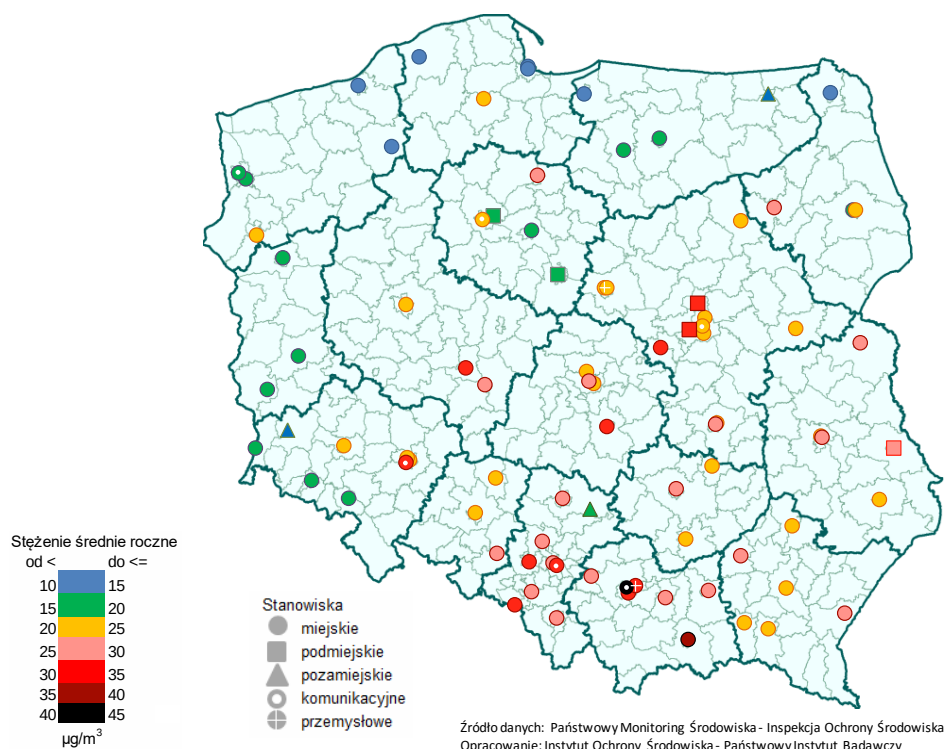


Rys. 6.1-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM_{2.5}, na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2015 rok

6.2. Informacje o stężeniach PM_{2.5} w 2015 roku

Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2015 r., obliczone na podstawie wyników pomiarów na 85 stanowiskach, zawierały się w granicach od 12 do 44 µg/m³ (rys. 6.2-1).

Najwyższe stężenie średnie roczne zanotowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie (44 µg/m³) oraz na stacji tła miejskiego w Nowym Sączu w woj. małopolskim (36 µg/m³). Są to stężenia przewyższające poziom dopuszczalny o 40% i więcej. W północnej i zachodniej części kraju stężenia PM_{2.5} były niższe niż w części południowej i centralnej. W województwach: lubuskim, zachodniopomorskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim, stężenia średnie roczne uzyskane z pomiarów nie przekraczały 23 µg/m³. Najwyższe stężenie średnie roczne na stacji pozamiejskiej wynosiło 18 µg/m³.



Rys. 6.2-1. Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2015 r.

Na rysunku 6.2-2 przedstawiono przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2015 r. na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach.

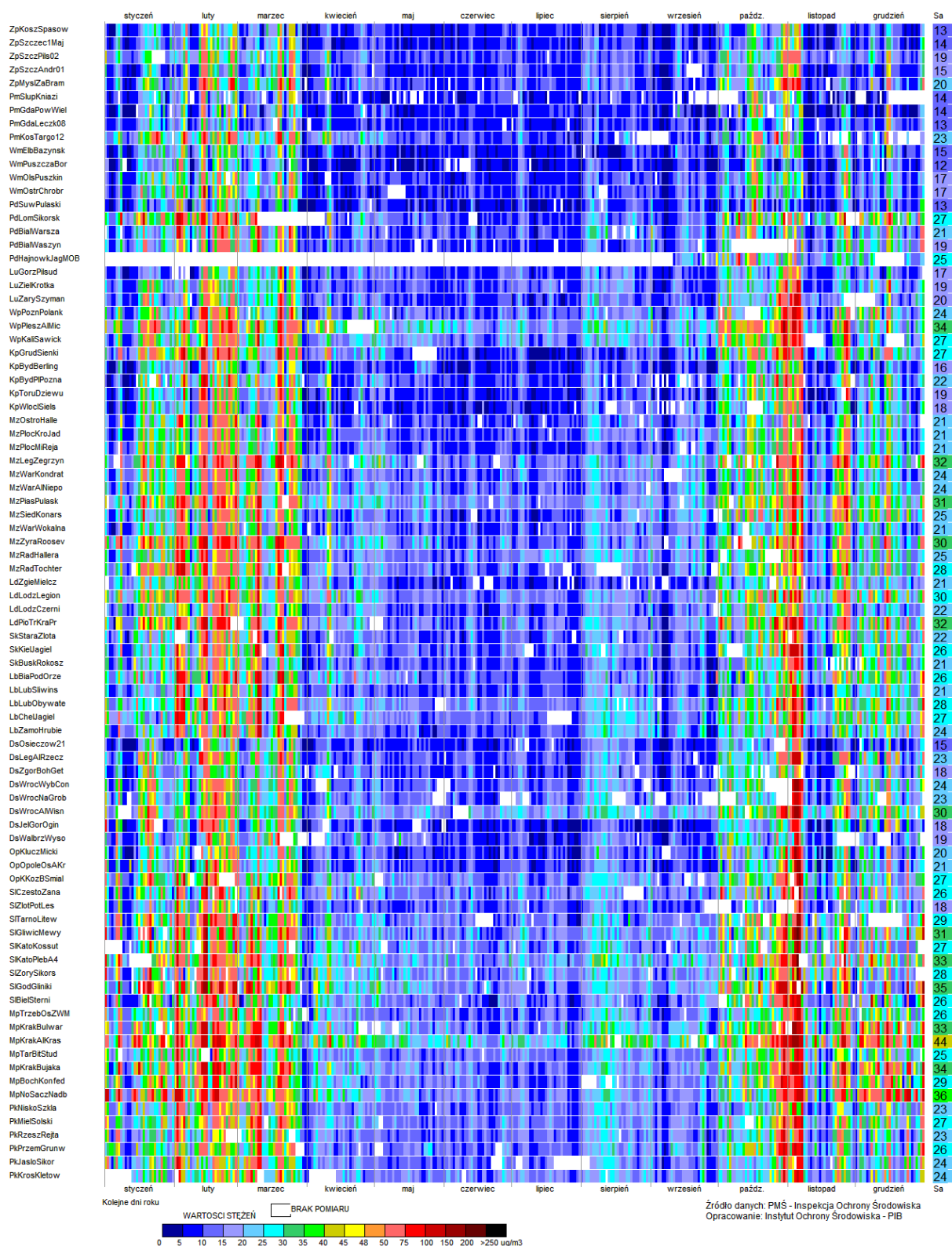
W efekcie nakładania się zmian warunków meteorologicznych i wywołanych przez nie zmian emisji pyłu (oraz emisji jego prekursorów – SO₂ i NO₂), na zmiany emisji zanieczyszczeń wynikające z innych przyczyn (np. dobowy i tygodniowy cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z komunikacji, dobowy i tygodniowy, roczny cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z procesów technologicznych), stężenia pyłu PM_{2.5} na każdej stacji zmieniają się w dużym zakresie (rys. 6.2–2). Bardzo często charakter zmian stężeń w czasie jest bardzo podobny dla dużych obszarów kraju i wielu stacji. Jest to związane, między innymi, ze skalą przestrzenną zjawisk pogodowych kształtujących poziom zanieczyszczenia powietrza. Na rys. 6.2-3 przedstawiono roczny przebieg dobowego stężenia pyłu PM_{2.5} w 2015 r. uśrednionego dla wszystkich stanowisk pomiarowych w Polsce, obrazujący roczną zmienność stężeń pyłu

PM2.5 w skali kraju, na tle zmienności temperatury powietrza, czynnika mającego istotny wpływ na stężenia pyłu.

Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM2.5 na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na rysunku 6.2-2 (mozaika). Na rysunku, dla każdego stanowiska każdy wynik pomiaru stężenia dobowego oznaczony jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń dobowych (parametr nienormowany) przekraczające $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miejsce puste, bez kolorowego paska, oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku podane jest dla każdego stanowiska stężenie średnie roczne. Na rysunku w pierwszej kolejności prezentowane są wyniki pomiarów stężeń ze stacji położonych na północnym zachodzie kraju (woj. zachodniopomorskie), a w dalszej kolejności ze stacji położonych dalej na wschód i południe, kończąc na stacjach z woj. podkarpackiego.

W 2015 r., podobnie jak w latach poprzednich, wysokie stężenia pyłu, w tym pyłu PM2.5, na większości stanowisk notowane były w sezonie chłodnym (pokrywającym się z sezonem grzewczym). W 2015 roku, w sezonie chłodnym, niekorzystne warunki meteorologiczne nad Polską utrzymywały się przez wiele dni, szczególnie często w lutym, marcu oraz w ostatniej dekadzie października i w pierwszej dekadzie listopada (rys. 6.2-2).

W sezonie grzewczym, w niektóre dni, stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekraczane były nawet na przeszło 70% stanowisk pomiarowych w kraju, podczas gdy w sezonie letnim przekroczenia takie występowały sporadycznie (w sumie 19 przypadków) i maksymalnie tylko na kilku stacjach jednocześnie (rys. 6.2-4). W I i IV kwartale wystąpiło 2659 przypadków przekroczeń poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowiskach pomiarowych w kraju. Uśrednione stężenie dla tego okresu dla wszystkich stanowisk wynosiło w sezonie chłodnym $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, podczas gdy średnia dla sezonu ciepłego (II i III kwartał) to $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



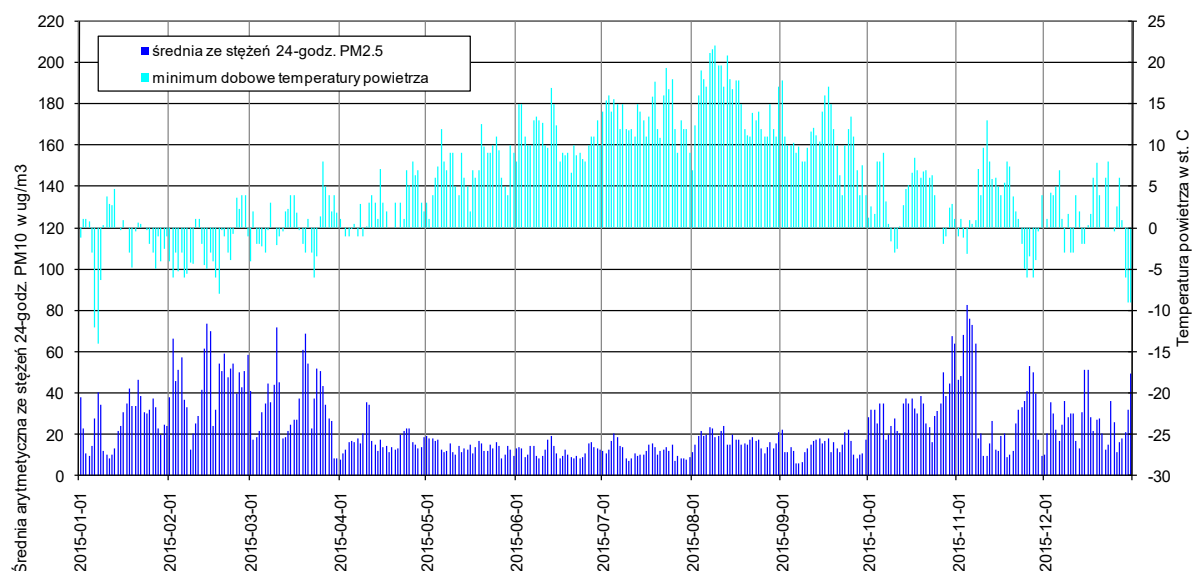
Rys. 6.2-2. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2015 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)

W 2015 r. najwyższe stężenia uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju ($83 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiły w dniu 4 listopada (rys. 6.2-2, rys. 6.2-3). Okresy z wysokimi stężeniami pyłu rozdzielone były okresami z niższymi stężeniami.

Stężenia wyższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na więcej niż połowie stacji w kraju wystąpiły w 2015 r. w sumie w ciągu 21 dni, w miesiącach luty-marzec i październik-listopad.

Stężenia 24-godz. $\text{PM}_{2.5}$ wyższe od $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na więcej niż połowie stacji w kraju wystąpiły w dniach:

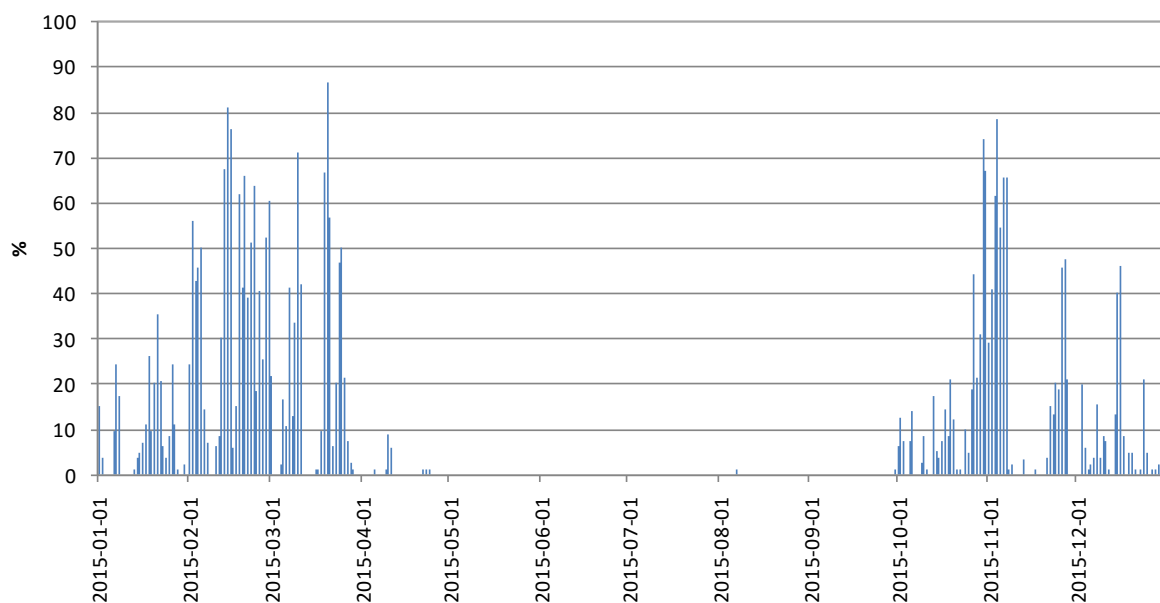
- 02.02.2015,
- 14.02.2015 -15.02.2015,
- 10.03.2015,
- 20.03.2015,
- 30.10.2015-31.10.2015,
- 03.11.2015-04.11.2015,
- 07.11.2015.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

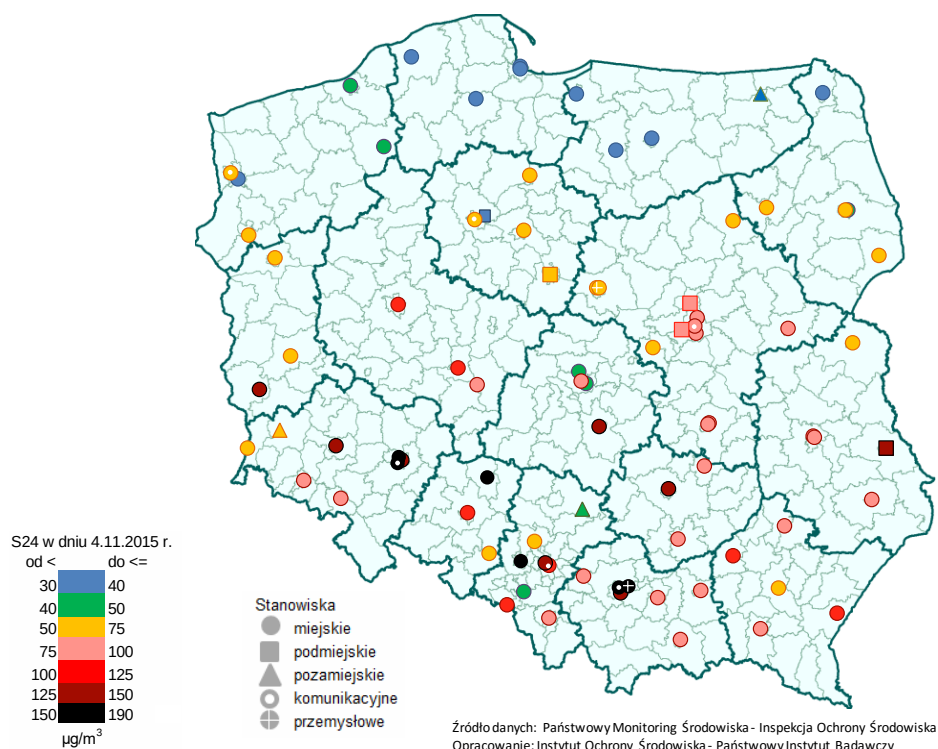
Rys. 6.2-3. Przebieg stężenia dobowego pyłu $\text{PM}_{2.5}$ uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2015 r. oraz minimum dobowe 1-godz. temperatury powietrza na stacji w Warszawie



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska

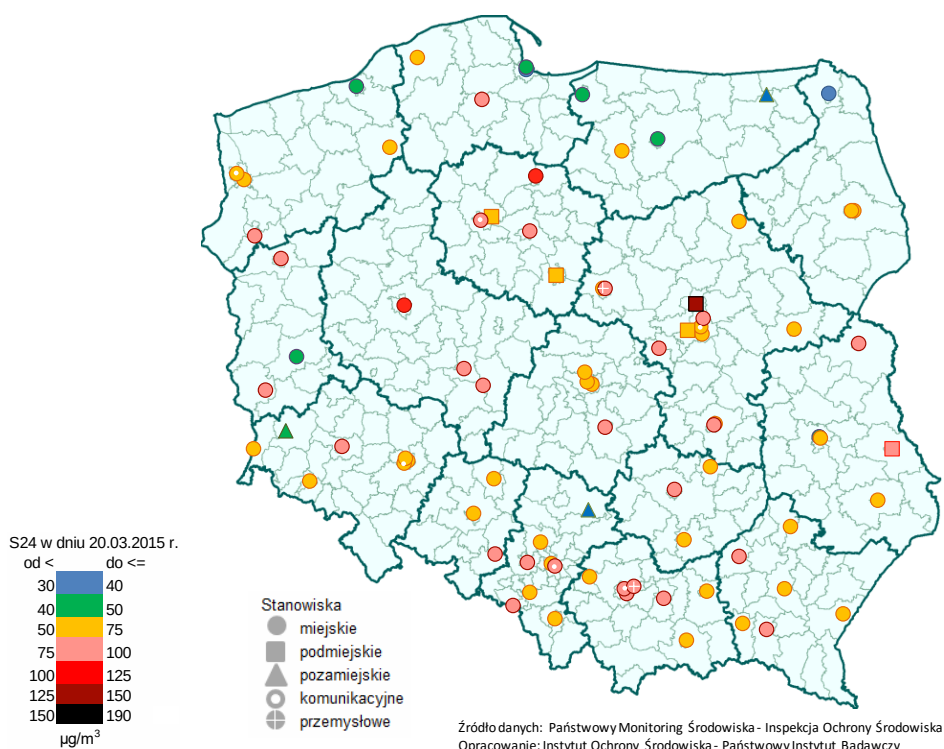
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

Rys. 6.2-4. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM_{2.5}, na których stężenie 24-godz. pyłu PM_{2.5} przekraczało wartość 50 µg/m³ w poszczególnych dniach 2015 r. (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - Inspekcja Ochrony Środowiska
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy

Rys. 6.2-5. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w dniu 4.11.2015 r.



Rys. 6.2-6. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w dniu 20.03.2015 r.

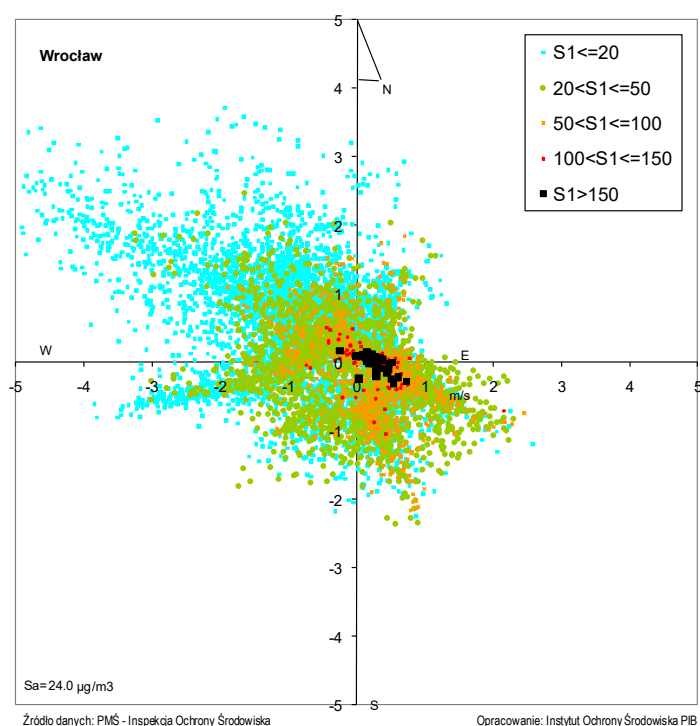
Najwyższe stężenie dobowe uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju wystąpiło 4 listopada 2015 r. (83 µg/m³). Na rysunku 6.2-5 przedstawiono zanieczyszczenie powietrza pyłem PM_{2.5} w tym dniu, a na rys. 5.2-9 mapę synoptyczną IMGW dla tego dnia. Najwyższe stężenia PM_{2.5} wystąpiły w miastach w województwach południowych – od dolnośląskiego do małopolskiego. Wraz z przesuwaniem się na północ stężenia malały. Na północy Polski, w województwach: pomorskim i warmińsko-mazurskim, stężenia PM_{2.5} w tym dniu nie przekraczały 50 µg/m³.

W dniu 20.03.2015 r. stężenia dobowe PM_{2.5} przekraczały poziom 50 µg/m³ na największej liczbie stanowisk w Polsce- na 71 stanowiskach (87% stanowisk czynnych tego dnia) - rys. 6.2-6. Wysokie stężenia PM_{2.5} występowały na całym terenie Polski, z wyłączeniem krańców północno-wschodnich, gdzie dobowe stężenia PM_{2.5} nie przekraczały 50 µg/m³.

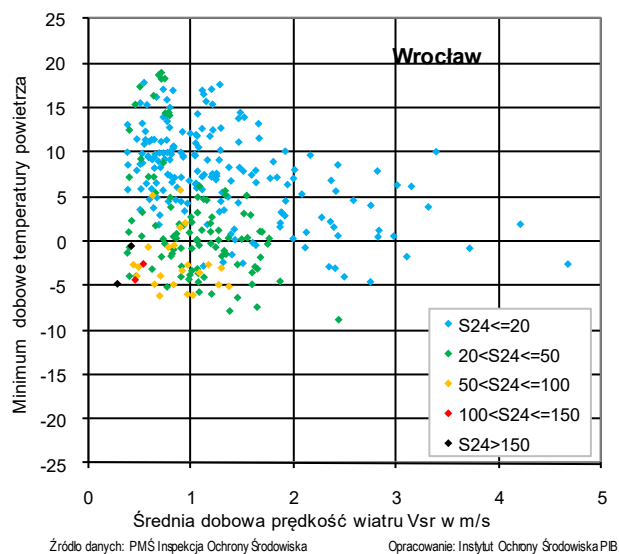
Na przykładzie wyników pomiarów ze stacji we Wrocławiu (kod stacji: DsWrocWybCon), na rysunku 6.2-7 przedstawiono zależność stężeń PM_{2.5} od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. PM_{2.5}. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia, zgodnie ze skalą kolorów pokazanych na rysunku. Odległość punktu od środka układu współrzędnych (przecięcie czarnych linii na środku wykresu) odpowiada prędkości wiatru w czasie pomiaru, a kierunek wyznaczony linią punkt-środek wykresu odpowiada kierunkowi wiatru podczas pomiaru. Należy przy tym mieć na uwadze, że w rejonie stacji pomiarowych może być zaburzony przepływ powietrza np. przez

ukształtowanie terenu, budynki lub roślinność. W związku z tym, rejestrowane podczas pomiarów: prędkość i kierunek wiatru mogą nie odpowiadać kierunkowi i prędkości wiatru charakterystycznym dla ruchu powietrza w większej skali przestrzennej.

Analiza warunków występowania najwyższych stężeń 1-godz. pyłu PM_{2.5}, pozwala na stwierdzenie, że najwyższe stężenia pyłu notowane były najczęściej przy niskiej prędkości wiatru. Najwyższe stężenia najczęściej występują w warunkach meteorologicznych, które nie sprzyjają intensywnemu rozpraszaniu i przenoszeniu zanieczyszczeń. Warunki te nie sprzyjają też transportowi zanieczyszczeń na duże odległości. Można stąd wnioskować, że znaczący wkład w wysokie stężenia PM_{2.5} notowane na stacjach miejskich mogą mieć emisje z niskich źródeł emisji i z ruchu drogowego. Rozważana stacja położona jest na północ od centrum Wrocławia. Najwięcej wysokich wartości 1-godz. stężeń PM_{2.5} uzyskano przy słabych wiatrach (do 1 m/s) z kierunków południowo-wschodnich.



Rys. 6.2-7. Stężenia 1-godz. PM_{2.5} w 2015 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji we Wrocławiu (DsWrocWybCon)



Rys. 6.2-8. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2015 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji we Wrocławiu (DsWrocWybCon)

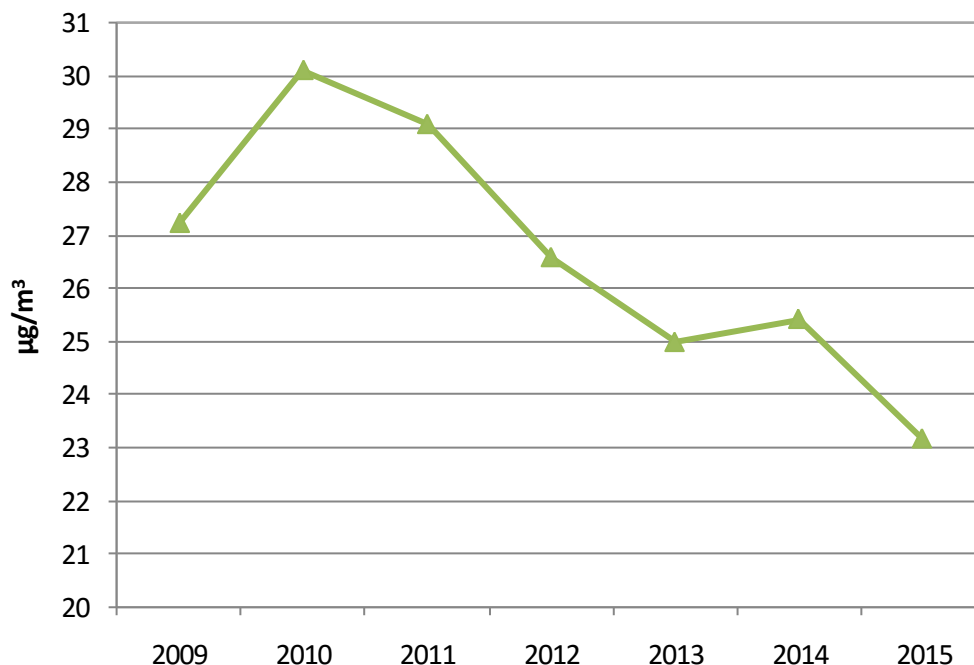
Na rys. 6.2-8 przedstawiono stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza. Najwyższe stężenia dobowe notowane były najczęściej w warunkach jednoczesnego wystąpienia słabego wiatru (i ciszy) i przy spadkach temperatury powietrza poniżej 0 st. C. W 2015 r. bardzo wysokie stężenia PM_{2.5} występowały w okresie od 24.10 do 7.11, gdy w ciągu wielu dni nad Polską utrzymywały się układy wyżowe i kraj znajdował się w masie ciepłego powietrza polarnomorskiego. W dzień temperatura powietrza dochodziła do kilkunastu st. C, w nocy spadała poniżej 0 st. C. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru (intensyfikującym transport i dyspersję zanieczyszczeń) stężenia pyłu malały. Może to oznaczać, że w przypadku stężeń dobowych PM_{2.5} (podobnie jak PM₁₀), znaczący wpływ na powstawanie wysokich stężeń pyłu w warunkach słabego wiatru mogą mieć emisje ze źródeł związanych z ogrzewaniem budynków.

6.3. Zmiany stężeń PM_{2.5} w wieloleciu

W analizie i ocenie zmian stężeń pyłu PM_{2.5} w wieloleciu wykorzystano wskaźniki bazujące na stężeniu średnim rocznym. Wskaźnik dla Polski (rys. 6.3-1), dla każdego roku, obliczany jest dwuetapowo: w pierwszym etapie określa się wartość średnią ze stacji tła miejskiego i podmiejskiego dla każdego województwa (stanowiska tła miejskiego i podmiejskiego), w drugim etapie oblicza się wskaźnik dla kraju, jako średnią ważoną z wartości wojewódzkich, gdzie wagą jest liczba mieszkańców województwa.

Wartość wskaźnika dla PM_{2.5} zmieniała się w zakresie od -13% do +13% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (26.7 µg/m³). W 2015 r. stężenia średnie roczne PM_{2.5} były o ok. 8% niższe niż w 2014 r. i wskaźnik dla tego roku był najniższy dla całego okresu 2009-2015. Linia trendu, określona metodą najmniejszych kwadratów, dla okresu 2009-2015

wskazuje na trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. W 2015 r. wartość wskaźnika obliczonego dla kraju była niższa od poziomu dopuszczalnego $Da=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (w 2013 była równa tej wartości). Latami z podwyższonymi wartościami wskaźnika dla $\text{PM}_{2.5}$ były 2010 i 2011, najniższe stężenia $\text{PM}_{2.5}$ notowano w 2015 r.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 6.3-1. Zmiany średnich rocznych stężeń $\text{PM}_{2.5}$ w latach 2009-2015

Spadkowy trend stężeń pyłu $\text{PM}_{2.5}$ w miastach potwierdza też stały spadek wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia WK (o $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na rok), określonego na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu $\text{PM}_{2.5}$ prowadzonych na 32 stanowiskach tła miejskiego, zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach (patrz rozdział 3.12). Mimo trendu spadkowego stężeń $\text{PM}_{2.5}$, w każdym z lat 2009-2015 wartość krajowego wskaźnika WK przekraczała poziom pułapu stężenia ekspozycji $\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.4. Ocena stężeń pyłu $\text{PM}_{2.5}$ w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

Kryteria oceny

Poziom dopuszczalny stężenia pyłu $\text{PM}_{2.5}$ w powietrzu, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.6-1 w rozdziale 3.6.

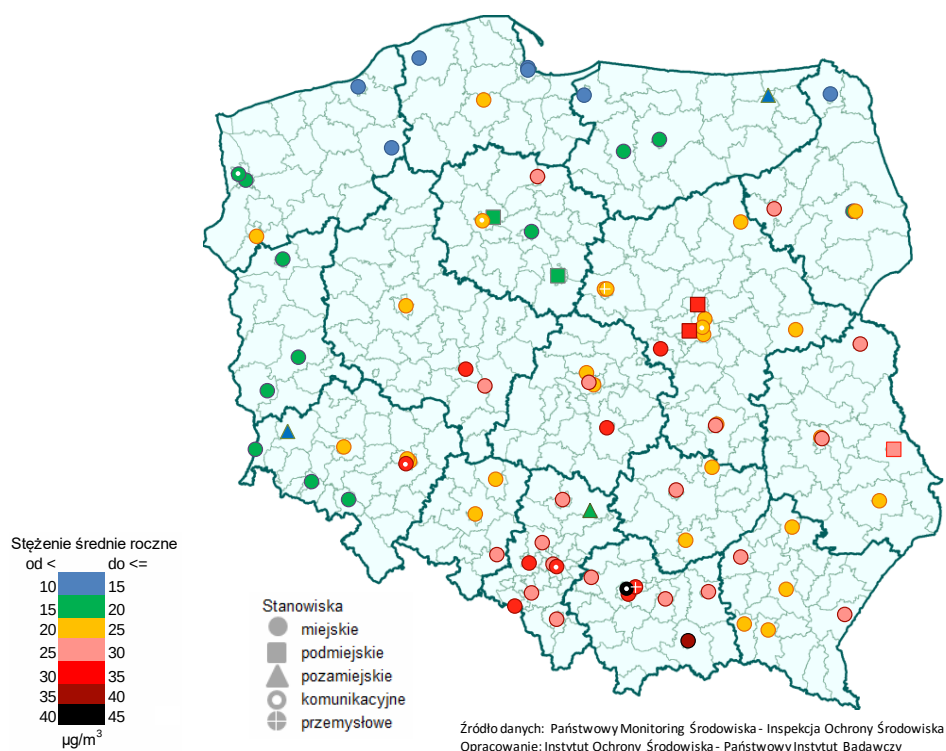
Stężenia PM_{2.5} w odniesieniu do poziomu dopuszczalnego

W 2015 r. na 32 z 85 (38%) stanowisk stężenie średnie roczne przekroczyło wartość poziomu dopuszczalnego ($Da=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia te wystąpiły na terenie 12 województw (rys. 6.4-1, tab.6.4-1). W województwach: lubuskim, zachodniopomorskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim, na żadnej ze stacji pomiarowych poziom dopuszczalny nie był przekroczony.

Przekroczenia wystąpiły na 36% stanowisk tła miejskiego i na 60% stanowisk tła podmiejskiego (3 z 5) oraz na 50% stanowisk komunikacyjnych (3 z 6) – tab. 6.4-2, tab. 6.4-3. Na stacjach pozamiejskich w 2015 r. stężenia PM_{2.5} nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.

Krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2015 roku, określony na podstawie danych z lat 2013-2015 z 32 stanowisk pomiarowych tła miejskiego, zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach Polski, wynosił $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość przewyższająca o 15% pułap stężenia ekspozycji ($PSE=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), który miał być osiągnięty w 2015 r.

Dla pyłu PM_{2.5}, oprócz krajowego wskaźnika średniego narażenia WK, określa się wskaźniki średniego narażenia WM dla 30 miast i aglomeracji. Informacje o wartości wskaźników podano w rozdziale 3.12.



Rys. 6.4-1. Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2015 r.

Tabela 6.4-1. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 dla poszczególnych województw w 2015 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Województwo	Stężenie średnie roczne PM2.5				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Stanowiska z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
dolnośląskie	8	1	15	21.3	30
kujawsko-pomorskie	5	1	16	20.4	27
lubelskie	5	3	21	25.4	28
lubuskie	3		17	18.5	20
łódzkie	4	2	21	26.0	32
małopolskie	7	6	25	32.4	44
mazowieckie	12	4	21	25.3	32
opolskie	3	1	20	22.8	27
podkarpackie	6	2	23	24.6	27
podlaskie	4	1	13	20.1	27
pomorskie	4		13	16.0	23
śląskie	9	8	18	28.1	35
świętokrzyskie	3	1	21	23.0	26
warmińsko-mazurskie	4		12	15.4	17
wielkopolskie	3	2	24	28.4	34
zachodniopomorskie	5		13	16.5	20
Razem	85	32	12	23.5	44

Objaśnienia do tabeli 6.4-1:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których stężenie średnie roczne PM2.5 przekraczało poziom dopuszczalny

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości stężeń średnich rocznych PM2.5 uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie

Tabela 6.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego dla poszczególnych województw w 2015 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Województwo	Stężenie średnie roczne PM2.5				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Stanowiska z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
dolnośląskie	6		18	20.9	24
kujawsko-pomorskie	4	1	16	20.0	27
lubelskie	5	3	21	25.4	28
lubuskie	3		17	18.5	20
łódzkie	4	2	21	26.0	32
małopolskie	5	4	25	30.0	36
mazowieckie	10	4	21	25.8	32
opolskie	3	1	20	22.8	27
podkarpackie	6	2	23	24.6	27
podlaskie	4	1	13	20.1	27
pomorskie	4		13	16.0	23
śląskie	7	7	26	28.8	35
świętokrzyskie	3	1	21	23.0	26
warmińsko-mazurskie	3		15	16.3	17
wielkopolskie	3	2	24	28.4	34
zachodniopomorskie	4		13	15.8	20
Razem	74	28	13	23.4	36

Objaśnienia do tabeli 6.4-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których stężenie średnie roczne PM2.5 przekraczało poziom dopuszczalny

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości stężeń średnich rocznych PM2.5 uzyskanych z pomiarów w 2015 roku na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie

Tabela 6.4-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 na stanowiskach komunikacyjnych w 2015 r.

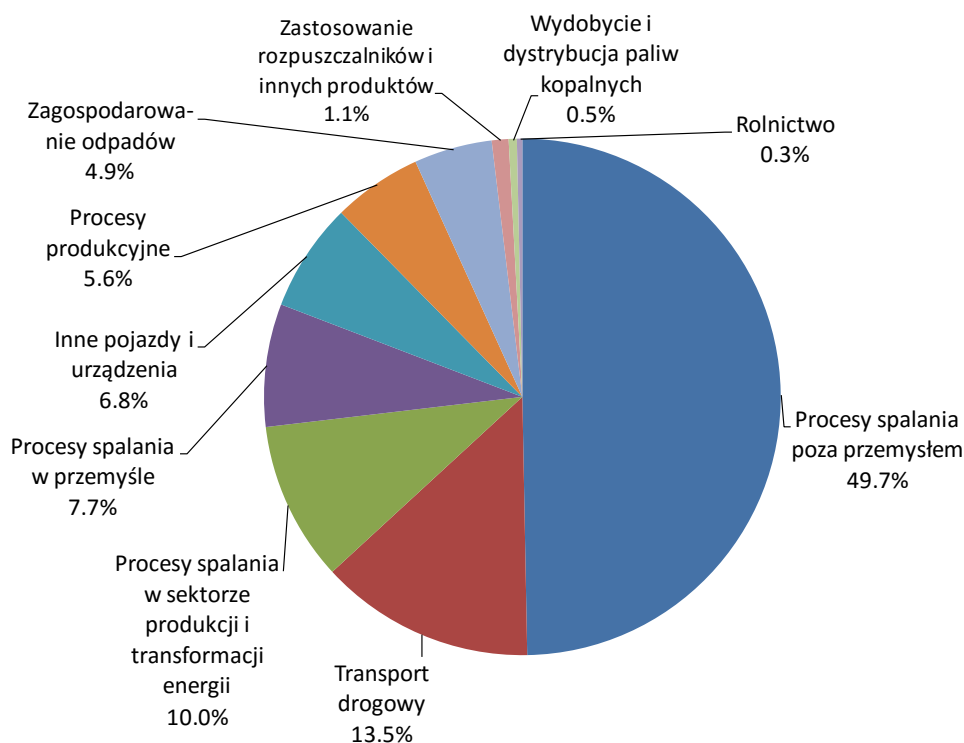
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Województwo	Miejscowość	Kod stacji	Stężenie średnie roczne PM10
			µg/m ³
dolnośląskie	Wrocław	DsWrocAlWisn	30
kujawsko-pomorskie	Bydgoszcz	KpBydPIPozna	22
małopolskie	Kraków	MpKrakAlKras	44
mazowieckie	Warszawa	MzWarAlNiepo	24
śląskie	Katowice	SlKatoPlebA4	33
zachodniopomorskie	Szczecin	ZpSzczPils02	19

6.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM_{2.5} w Polsce oraz możliwe środki zaradcze

Pył PM_{2.5} znajdujący się w powietrzu pochodzi zarówno ze źródeł antropogenicznych, jak i naturalnych. W Polsce udział pyłu pochodzącego ze źródeł naturalnych (wybuchy wulkanów, aerozol morski, pożary lasów i torfowisk niezwiązane z działalnością człowieka, unos pyłu z obszarów pustynnych i stepowych itp.) jest zwykle niewielki.

Część PM_{2.5} zawartego w powietrzu, stanowi pył pierwotny, wprowadzany do atmosfery w postaci cząstek stałych. Druga część to pył wtórny, powstający w atmosferze z zanieczyszczeń gazowych, tzw. prekursorów pyłu (tlenki siarki, tlenki azotu, lotne związki organiczne, amoniak), w wyniku przemian chemicznych prowadzących do utworzenia się w powietrzu cząstek pyłu. Pył PM_{2.5} i jego prekursory mogą być transportowane na dalekie odległości i tym samym emisje z odległych emitorów (oprócz emisji lokalnych) mogą mieć wpływ na poziom stężeń PM_{2.5} w powietrzu w rejonach oddalonych od źródeł emisji.



Rys. 6.5-1. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM_{2.5} w Polsce w roku 2014

Źródło danych: IOŚ-PIB – KOBIZE. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Emisja pierwotnego pyłu PM_{2.5} w 2014 r. w Polsce wynosiła 135 tys. Mg/rok. Największy udział w emisji pyłu PM_{2.5} (ok. 50%) mają procesy spalania paliw poza przemysłem (rys. 6.5-1). Jest to głównie emisja zanieczyszczeń związana ze spalaniem paliw stałych w celu ogrzewania budynków i zaspokojenia innych potrzeb bytowych. Wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń z tego sektora zależy, między innymi, od warunków pogodowych w danym roku – długości trwania sezonu grzewczego oraz temperatury powietrza

w tym sezonie. W 2010 r. emisja PM_{2.5} z terenu Polski, między innymi z uwagi na panujące wówczas warunki meteorologiczne w sezonie chłodnym, była większa niż w latach 2011-2014. Zanieczyszczenia powstające w związku z ogrzewaniem budynków są odprowadzane do atmosfery z reguły z niskich emitorów, w obszarach z zabudową mieszkaniową. W rezultacie emisja ta ma na wielu obszarach decydujący wpływ na występowanie tam przekroczeń wartości kryterialnych.

Transport drogowy w 2014 r. odpowiedzialny był za ok. 13% emisji pierwotnej PM_{2.5}. W centralnych częściach miast z gęstą siatką ulic o dużym natężeniu ruchu samochodów oraz w obrębie kanionów ruchliwych ulic, emisja z samochodów może być czynnikiem decydującym o wystąpieniu przekroczeń wartości kryterialnych dla pyłu PM_{2.5} (PM₁₀ i NO₂ również).

Z procesów spalania w sektorze produkcji i transformacji energii emitowane jest 10% PM_{2.5}, a z procesów spalania w przemyśle ok. 8%. Emisja ta, ze względu na sposób wprowadzania zanieczyszczeń do powietrza (np. wysokie kominy elektrowni), położenie przemysłowych i energetycznych źródeł emisji w stosunku do obszarów z zabudową mieszkaniową (oddalenie) i mniej powszechne występowanie (w porównaniu z emisją z ogrzewania budynków i emisją związaną z ruchem drogowym), mają mniejszy wpływ na występowanie przekroczeń wartości dopuszczalnych pyłu PM_{2.5} niż wymienione wcześniej emisje związane z ogrzewaniem budynków i transportem samochodowym.

Emisja prekursorów pyłu do powietrza pochodzi głównie z procesów spalania paliw (tlenki siarki, tlenki azotu), z transportu drogowego (tlenki azotu), z rolnictwa (amoniak), ze stosowania rozpuszczalników i innych produktów (lotne związki organiczne). Stężenia średnie roczne nieorganicznego aerozolu wtórnego (suma stężeń jonów SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺) w pyłe PM_{2.5} w 2015 r., oznaczane na 5 stanowiskach tła w Polsce, wynosiły od 5 µg/m³ do 7 µg/m³.

Na poziom stężeń pyłu w Polsce pewien wpływ mają emisje pyłu i prekursorów pyłu wtórnego ze źródeł położonych poza granicami kraju. Wpływ ten jest największy w województwach południowych i zachodnich i maleje wraz z oddalaniem się od granicy. Za przekroczenia poziomów dopuszczalnych pyłu PM₁₀ i PM_{2.5} odpowiedzialne są przede wszystkim krajowe źródła emisji - niemniej jednak na niektórych, ograniczonych obszarach (np. w rejonie Bramy Morawskiej) obok źródeł krajowych do wzrostu stężeń PM_{2.5} i PM₁₀ ponad poziom dopuszczalny może przyczyniać się napływ zanieczyszczeń z Czech (głównie ze Śląska Morawskiego, w tym z przemysłowego rejonu Ostrawy).

Na podstawie wyników analiz prowadzonych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska w ramach wykonywanych co roku ocen jakości powietrza, a także w oparciu o inne analizy i informacje, można przyjąć, że w miejscach z najwyższymi stężeniami PM_{2.5} w Polsce, największy wpływ na poziom zanieczyszczenia powietrza ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich źródeł, związana ze spalaniem paliw stałych w celach grzewczych i na potrzeby bytowe. Emisje z tej kategorii źródeł mają największy udział w emisji krajowej (50%). Drugą kategorią źródeł mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM_{2.5} i PM₁₀ jest transport drogowy. Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są w obszarach z budownictwem mieszkaniowym, na niewielkich wysokościach

nad poziomem gruntu, przez co bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach stałego przebywania ludzi. Emisje z transportu drogowego mają miejsce na niewielkiej wysokości nad poziomem jezdni z sieci dróg i ulic i, w związku z tym również mają znaczący wpływ na podwyższenie poziomu stężeń w strefie przebywania i zamieszkiwania ludzi.

Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM_{2.5} (i PM₁₀) można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych wyżej dwóch kategorii źródeł emisji, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych będących znaczącymi emitentami zarówno pyłu, jak i prekursorów pyłu. Listę potencjalnych działań mogących przyczynić się do poprawy jakości powietrza w zakresie PM_{2.5} i PM₁₀ zamieszczono w rozdziale 5.5.

7. Podsumowanie

Zanieczyszczenie powietrza na terenie aglomeracji oraz miast powyżej 100 tys. mieszkańców w 2015 roku

W ocenie zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach uwzględniono substancje, dla których w prawie krajowym określone zostały normatywne wartości stężeń w otaczającym powietrzu: dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek azotu (NO₂), tlenek węgla (CO), benzen (C₆H₆), ozon (O₃), pył PM₁₀, ołów (Pb), arsen (As), kadm (Cd), nikiel (Ni) i benzo(a)piren (B(a)P) zawarte w pyłe PM₁₀ oraz pył PM_{2.5}.

Analizy i oceny przeprowadzono dla 12 aglomeracji o liczbie mieszkańców większej od 250 tysięcy i 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tysięcy, nie będących aglomeracjami. W ocenach dotyczących poszczególnych zanieczyszczeń uwzględniono te aglomeracje i miasta, dla których były dostępne dane pomiarowe umożliwiające dokonanie oceny.

1. W roku 2015 na terenie aglomeracji i dużych miast, na żadnym z rozważanych w ocenie 56 stanowisk pomiarowych, nie została przekroczona dopuszczalna wartość stężenia 24-godzinnego SO₂. Na 55 z 56 stanowisk wartość percentyla S99.18 (odpowiadającego wartości normatywnej dla stężeń dobowych) była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego. Wartości tego parametru mieściły się w granicach od 7 do 68 µg/m³. Najwyższe wartości percentyla S99.7 z serii pomiarów 1-godzinnych (odpowiadającego wartości normatywnej dla stężeń 1-godz.) na terenie rozważanych aglomeracji i miast nie przekraczały 46% poziomu dopuszczalnego i zawierały się w przedziale od 12 do 159 µg/m³. Na 93% stanowisk stężenia te były niższe od 25% poziomu dopuszczalnego.
2. Stężenia średnie roczne NO₂ mieściły się w granicach od 8 do 63 µg/m³. Na 5 z 63 stanowisk pomiarowych S_a były wyższe od poziomu dopuszczalnego, wynoszącego 40 µg/m³. W każdym przypadku były to stanowiska komunikacyjne, znajdujące się w strefie bezpośredniego oddziaływania emisji związanej z ruchem drogowym. Przekroczenia odnotowano na stanowiskach znajdujących się na terenie Aglomeracji: Krakowskiej, Wrocławskiej, Górnośląskiej i Warszawskiej. Na żadnym spośród 63 stanowisk uwzględnionych w ocenie w 2015 roku (podobnie jak w latach poprzednich) nie została przekroczona wartość normatywna dotycząca stężeń 1-godz. (D1=200 µg/m³). Wartość odpowiadającego jej percentyla S99.8 zawierała się w granicach od 37 do 185 µg/m³ i na 67% stanowisk była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego.
3. Maksymalne stężenia 8-godz. tlenku węgla zawierały się w granicach od 1.23 do 6.08 mg/m³. W 2015 r. dotrzymany był zatem (podobnie jak w latach poprzednich) poziom dopuszczalny CO (D8=10 mg/m³). Na 94% stanowisk stężenie S8max nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego.

4. Średnie roczne stężenia benzenu w 2015 roku mieściły się w przedziale od 0.5 do 3.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Oznacza to, że poziom dopuszczalny ($\text{Da}=5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) był dotrzymany na wszystkich stanowiskach pomiarowych w 30 rozważanych aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców wyższej od 100 tys. Na 24 spośród 27 stanowisk (89%) stężenie Sa nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego.
5. Poziom docelowy określony dla stężeń ozonu ze względu na zdrowie ludzi przekroczony był w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (w Rybniku) i w Aglomeracji Górnośląskiej (w Zabrze). W pozostałych miastach i aglomeracjach poziom docelowy ozonu był dotrzymany. Uśredniona dla 1-3 lat liczba dni z przekroczeniami wynosiła od 2 do 27 dni. W 2015 r. przekroczenia wartości 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. notowano w ciągu od 5 do 37 dni. W 9 miastach i aglomeracjach przekroczenia te zarejestrowano w ciągu więcej niż 25 dni. Najwięcej dni z przekroczeniami (37) zanotowano na stacji w Częstochowie.
6. W 2015 roku, w 24 spośród 30 aglomeracji i dużych miast uwzględnionych w ocenie dla PM_{10} , przynajmniej na 1 stanowisku miały miejsce przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń pyłu PM_{10} . W przypadku niektórych aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich lub na większości zlokalizowanych tam stanowisk. Przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. zarejestrowano na 58 spośród 80 stanowisk (ok. 73% stanowisk w miastach). W wielu miastach liczba dni z przekroczeniami 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia dobowe znacznie przekraczała dozwolone 35 dni w roku. Najwięcej przekroczeń zarejestrowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie – 200 dni, na stanowisku w strefie oddziaływania emisji przemysłowych również w Krakowie (120 dni) oraz na stanowisku tła miejskiego w Gliwicach (110 dni). Poziom dopuszczalny określony dla stężeń dobowych (D_{24}) przekraczany był znacznie częściej niż poziom dopuszczalny określony dla stężenia średniego rocznego (Da) - w 2015 r. przekroczenie Da wystąpiło na 16% stanowisk.
7. Stężenia ołowiu w 2015 r. były niskie, podobnie jak i w latach ubiegłych. Na żadnym z 36 stanowisk pomiarów stężeń ołowiu, znajdujących się w 12 aglomeracjach i w 18 dużych miastach, w 2015 roku nie została przekroczona wartość poziomu dopuszczalnego. Na żadnym ze stanowisk uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne ołowiu nie przekroczyły 10% poziomu dopuszczalnego.
8. Średnie roczne stężenie arsenu w powietrzu (oznaczanego w pyłe PM_{10}) na 35 z 36 stanowisk było niższe od poziomu docelowego określonego dla arsenu. Przekroczenie poziomu docelowego w 2015 r. wystąpiło na jednym stanowisku – w Legnicy, przy czym było to znaczące przekroczenie – stężenie średnie roczne było 3 razy wyższe od poziomu docelowego. Poziom docelowy arsenu w Legnicy przekraczany był też w latach poprzednich.

9. Średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu (oznaczanego w pyłe PM₁₀), określone na podstawie pomiarów prowadzonych w 2015 r. w 12 aglomeracjach i w 18 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, na żadnym z 36 stanowisk uwzględnionych w ocenie nie przekroczyły 30% wartości poziomu docelowego, wynoszącego 5 ng/m³.
10. Stężenia niklu (zawartego w pyłe PM₁₀) w 2015 r były niskie, podobnie jak w latach ubiegłych. Na żadnym stanowisku, spośród 36 uwzględnionych w ocenie, średnie roczne stężenie niklu nie przekroczyło jednej czwartej poziomu docelowego określonego dla stężeń średnich rocznych (Da= 20 ng/m³).
11. W 2015 roku w wielu miastach utrzymywały się w dalszym ciągu wysokie stężenia benzo(a)pirenu. Stężenia średnie roczne B(a)P w 30 rozważanych aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców wyższej od 100 tys. mieściły się w zakresie od 0.9 do 10.5 ng/m³. Poziom docelowy (Da= 1 ng/m³) był w Polsce przekroczony na 41 z 43 stanowisk, w 28 z 30 aglomeracji i dużych miast. Najwyższe stężenie średnie roczne wystąpiło w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (10.5 ng/m³), najniższe w Koszalinie (0.9 ng/m³). Pomiary stężeń B(a)P w Polsce od wielu lat wykazują występowanie przekroczeń wartości normatywnych stężeń tego zanieczyszczenia, niekiedy bardzo znacznych, na dużej liczbie stanowisk i w różnych rejonach kraju. Występowanie przekroczeń poziomu docelowego wiąże się z istotnym wzrostem stężeń B(a)P w okresie zimowym. W wielu rejonach kraju znaczna część budynków mieszkalnych jest ogrzewana indywidualnie, z wykorzystaniem węgla kamiennego, drewna a niekiedy także palnych odpadów. W dalszym ciągu stosowane są piece, kotły, paleniska o niskiej sprawności energetycznej, nie gwarantujące właściwych warunków spalania paliw. W rezultacie, w takich rejonach benzo(a)piren jest zanieczyszczeniem powszechnie występującym i jego stężenia są wysokie, w wielu miejscach wyższe od poziomu docelowego.
12. W 2015 r. stężenia pyłu PM_{2.5} były wyższe od wartości normatywnej (poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych, wynoszącego 25 µg/m³) na 15 z 47 stanowisk uwzględnionych w ocenie. Przekroczenia (przynajmniej na jednym stanowisku) odnotowano w 11 z 30 rozważanych aglomeracji i miast. Stężenia średnie roczne PM_{2.5} mieściły się w granicach od 13 do 44 µg/m³.

Głównym źródłem emisji pyłu PM_{2.5} w Polsce jest sektor bytowo –komunalny oraz, w mniejszym stopniu, środki transportu (ruch drogowy). W skład pyłu PM_{2.5} wchodzi także cząstki wtórnego aerozolu, powstającego w atmosferze w procesach zachodzących z udziałem zanieczyszczeń gazowych.

Zanieczyszczenie powietrza ozonem w skali kraju

1. W 2015 r. wysokie stężenia ozonu notowane były częściej niż w ciągu kilku poprzednich lat. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu, ustanowionego ze względu na ochronę zdrowia ludzi (określanego z uwzględnieniem stężeń z okresu 1-3 lat), wystąpiły na 3 stanowiskach pomiarowych w miastach i 2 stanowiskach pozamiejskich (spośród 78 stanowisk uwzględnionych w ocenie, w tym 65 z pełnymi seriami pomiarowymi). W 2015 r. na 30 stanowiskach liczba dni, w których odnotowano stężenia 8-godz. ozonu wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekraczała dozwolone 25 dni w roku.
2. Przekroczenie poziomu celu długoterminowego określonego dla stężeń ozonu ze względu na ochronę zdrowia ludzi zarejestrowano na wszystkich stanowiskach pomiarowych z kompletnymi seriami pomiarowymi (65) oraz na 12 z 13 stanowisk niespełniających kryteriów kompletności.
3. W 2015 r. na żadnym stanowisku nie wystąpiło przekroczenie poziomu alarmowego - $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. ozonu. Próg informowania - $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - był przekroczony na 28 stanowiskach w 8 województwach.
4. Z oceny stężeń ozonu pod kątem kryterium ustalonego w celu ochrony roślin (parametru AOT40), dokonanej na podstawie pomiarów stężeń na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich, wynika, że przekroczenie poziomu docelowego miało miejsce na 2 z 21 stanowisk, gdzie możliwe było prawidłowe obliczenie normowanego parametru AOT40 (wartość średnia z okresu 3-5 lat). Przekroczenia poziomu docelowego wystąpiły na stanowiskach zlokalizowanych na terenie województwa dolnośląskiego i śląskiego. Wartość parametru AOT40 obliczona dla okresu maj-lipiec 2015 przekroczyła wartość $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ na 3 stanowiskach.
Poziom celu długoterminowego dla ozonu ustalony w celu ochrony roślin przekroczony był na wszystkich stanowiskach pomiarowych uwzględnionych w ocenie.

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10 w skali kraju

1. W roku 2015, podobnie jak w latach poprzednich, w wielu miastach w Polsce notowane były wysokie stężenia pyłu PM10. Stężenia średnie roczne PM10 zawierały się w granicach od 14 do 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na 36 z 218 stanowisk pomiarowych (17%) stężenie średnie roczne pyłu PM10 przekroczyło roczną wartość dopuszczalną ($\text{Da}=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na 170 z 217 stanowisk (78%) percentyl S90.4 z rocznej serii stężeń dobowych był wyższy od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, co w przypadku pełnej serii pomiarowej odpowiada przekroczeniu poziomu dopuszczalnego (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) w ciągu więcej niż dozwolone 35 dni w roku. Przekroczenia, zarówno poziomu dopuszczalnego 24-godz. jak i rocznego, wystąpiły przynajmniej na jednej stacji w każdym województwie.
2. Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu PM10 notowane są w województwach: małopolskim, dolnośląskim, śląskim i łódzkim. W tych województwach, na niektórych stanowiskach stężenie średnie roczne pyłu przekracza 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenia Sa niższe od 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały na większości stanowisk pozamiejskich oraz na większości stanowisk w województwach północnych i zachodnich.
3. Najwyższą wartość percentyla S90.4 (132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) uzyskano z pomiarów na stacji komunikacyjnej w Krakowie. Bardzo wysokie wartości tego parametru wystąpiły też na stanowiskach tła miejskiego zlokalizowanych na terenie woj. śląskiego, dolnośląskiego, małopolskiego i łódzkiego. Największą liczbę dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego PM10 – 200 dni - zarejestrowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie oraz na stanowiskach tła miejskiego w Bogatyni w woj. dolnośląskim (172 dni) i w Opocznie w woj. łódzkim (152 dni). Powyżej 100 dni z przekroczeniami na stanowiskach tła wystąpiło w miastach województw: łódzkiego, małopolskiego, śląskiego, dolnośląskiego i kujawsko-pomorskiego.
4. Stężenia dopuszczalne 24-godz. pyłu PM10 przekraczane były na 81% stanowisk miejskich i podmiejskich oraz na 9% stanowisk pozamiejskich (jedno stanowisko). Poziom dopuszczalny określony dla stężeń średnich rocznych przekroczony był na 17% stanowisk miejskich i podmiejskich. Nie był przekraczany natomiast na stanowiskach pozamiejskich.
5. Wysokie stężenia pyłu PM10 w 2015 roku notowane były przez wiele dni w pierwszym kwartale oraz na przełomie października i listopada. Polska znajdowała się wówczas w zasięgu układów wyżowych. W tym okresie utrzymywały się warunki meteorologiczne, które nie sprzyjały intensywnemu rozpraszaniu, wywiewaniu i wymywaniu zanieczyszczeń z przyziemnej warstwy atmosfery.
6. W 2015 roku wystąpił jeden przypadek przekroczenia poziomu alarmowego (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz. PM10) – w Pszczynie w woj. śląskim (321 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) w dniu 4.11.2015 r.
7. W 2015 roku odnotowano 65 przypadków przekroczenia poziomu informowania (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz. PM10). Przekroczenia te wystąpiły na 30 stanowiskach

pomiarowych, w 8 województwach. Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu informowania (6) zanotowano na stanowisku w Myszkowie w woj. śląskim.

8. Na poziom zanieczyszczenia powietrza w miejscach z najwyższymi stężeniami PM10 (i PM2.5) w Polsce największy wpływ ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich emitorów, związana ze spalaniem paliw stałych na potrzeby grzewcze i bytowe. Emisje PM10 z tej kategorii źródeł mają największy udział w emisji krajowej (49% PM10, 50% PM2.5). Drugą kategorią źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM10 jest transport drogowy. Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM10 (i PM2.5) można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych dwóch kategorii źródeł, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych, będących znaczącymi emitentami zarówno pyłu, jak i prekursorów pyłu PM10 i PM2.5.

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM2.5 w skali kraju

1. W 2015 r. na 32 z 85 stanowisk pomiarowych (38%), zlokalizowanych na terenie 12 województw, stężenie średnie roczne pyłu PM2.5 przekraczało wartość dopuszczalną ($Da=25 \mu g/m^3$). Przekroczenia wystąpiły na 36% stanowisk tła miejskiego i na 60% stanowisk tła podmiejskiego (3 z 5) oraz na 50% stanowisk komunikacyjnych (3 z 6). Na stacjach pozamiejskich w 2015 r. stężenia PM2.5 nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.
2. Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu PM2.5 wystąpiły na stanowiskach pomiarowych w województwie małopolskim. Na niektórych stanowiskach stężenie średnie roczne pyłu przekraczało poziom dopuszczalny o przeszło 40%.
3. Najwyższe stężenia pyłu PM2.5 notowane są w sezonie chłodnym, podobnie jak w przypadku PM10. W 2015 r. najwyższe stężenia dobowe PM2.5 na większości stacji w Polsce notowane były przez wiele dni w pierwszym kwartale roku oraz na przełomie października i listopada. W tym czasie Polska znajdowała się w zasięgu układów wyżowych. Z reguły występują wówczas warunki meteorologiczne nie sprzyjające intensywnemu rozpraszaniu, wywiewaniu i wymywaniu zanieczyszczeń z dolnej, przyziemnej warstwy atmosfery.

Spis ważniejszych skrótów, pojęć i oznaczeń występujących w opracowaniu

Skróty nazw aktów prawnych

RMŚ rozporządzenie Ministra Środowiska

RMŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu –rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1031)

Symbole przyjęte do określenia pyłu:

PM10 - pył zawieszony o średnicy równoważnej ziaren do 10 μm

PM2.5 - pył zawieszony o średnicy równoważnej ziaren do 2.5 μm

Wartości graniczne stężeń zanieczyszczeń w powietrzu (poziomy dopuszczalne, poziomy docelowe, poziom celu długoterminowego dla ozonu):

D1 - stężenie 1-godzinne – poziom dopuszczalny

D8 - stężenie 8-godzinne (średnia krocząca) - poziom dopuszczalny/docelowy/celu długoterminowego

D24 - stężenie średnie dobowe - poziom dopuszczalny

Da - stężenie średnie roczne – poziom dopuszczalny/docelowy

AOT40 - wskaźnik określający zanieczyszczenie powietrza ozonem, obliczany dla okresu maj-lipiec jako suma różnic pomiędzy: stężeniem średnim jednogodzinnym wyrażonym w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dla każdej godziny w ciągu doby, pomiędzy godziną 8:00 a 20:00 czasu środkowoeuropejskiego CET, dla której stężenie jest większe niż 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

SOMO35 - wskaźnik określający zanieczyszczenie powietrza ozonem (Sum of Ozone Means Over 35 ppb), obliczany na podstawie maksimów dziennych ze stężeń 8-godz., jako suma różnic pomiędzy wartością tego stężenia wyrażoną w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku, dla którego stężenie to jest większe od 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Parametry statystyczne:

Sa - średnie roczne stężenie zanieczyszczenia, obliczane z reguły jako wartość średnia arytmetyczna z serii stężeń [najczęściej w $\mu\text{g}/\text{m}^3$; dla As, Ni, Cd i B(a)P w ng/m^3],

S24 - stężenie średnie dobowe zanieczyszczenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$],

- S1** - stężenie 1-godzinne zanieczyszczenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$],
- S8** - stężenie 8-godzinne (średnia krocząca) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$],
- SXY.Z** - percentyl na poziomie XY.Z% z serii pomiarów o określonym czasie uśredniania wyników [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – jest to wartość stężenia o określonym czasie uśredniania, której nie przekracza XY.Z% wyników pomiarów o tym czasie uśredniania w serii rocznej (np. percentyl S98 ze stężeń dobowych oznacza wartość stężenia 24-godzinnego, której nie przekracza 98% wyników pomiarów dobowych w serii rocznej [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]),
- SXXmax** - najwyższa wartość stężenia o XX czasie uśredniania, pomierzonego na danym stanowisku w rozważanym okresie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (np. S8max, S24max).

Dokumenty i opracowania wykorzystane w pracy

1. GIOŚ 2011, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2010 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMS”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Mitosek G., Kostrzewa J., Warszawa 2011
2. IMGW. Klasyfikacja termiczna miesięcy wg H. Lorenc
3. Prognozy sytuacji meteorologicznej w Europie wg obliczeń Rhenish Institute for Environmental Research at the University of Cologne, (http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html)
4. Mapa synoptyczna IMGW: http://pogodynka.pl/polska/mapa_synoptyczna/
5. GIOŚ 2016, „Raport z modelowania stężeń ozonu w skali kraju. Rok 2015”, opracowanie wykonane przez Ekometria sp., z o.o. na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w ramach pracy pt. „Wspomaganie systemu oceny jakości powietrza z użyciem modelowania w zakresie ozonu troposferycznego dla lat 2014 i 2015”, Warszawa 2016
6. Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (Dz. Urz. UE L. 152 z 11.06.2008, str.1)
7. Dyrektywa Komisji (UE) 2015/1480 z dnia 28 sierpnia 2015 r. zmieniająca niektóre załączniki do dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE i 2008/50/WE ustanawiających przepisy dotyczące metod referencyjnych, zatwierdzania danych i lokalizacji punktów pomiarowych do oceny jakości powietrza (Dz. Urz. UE L. 226 z 29.08.2015, str.4);
8. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1031)
9. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1032)
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (Dz. U. z 2012 r., poz. 1029).
11. Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO ZA LATA 2013 - 2014 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR Raport podstawowy, KOBIZE- IOŚ-PIB, 2016
12. GIOŚ 2016, „Analiza wybranych epizodów wysokich stężeń pyłu PM₁₀ z lat 2013-2016. Etap I. Epizody z lat 2013-2014”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB oraz Fundację EkoPrognoza, autorzy: J. Iwanek, J. Strużewska, D. Kobus, J. Kamiński, P. Durka, J. Kostrzewa, T. Pecka, Warszawa 2016
13. GIOŚ 2016, „Raport z modelowania stężeń PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, B(a)P w skali kraju. Rok 2015”, opracowanie wykonane przez Atmoterm S. A. na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w ramach pracy pt. „Wspomaganie ocen jakości powietrza z użyciem modelowania w zakresie PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, B(a)P dla lat 2015, 2016 i 2017”, Opole 2016

14. GIOŚ 2016, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2015”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Mitosek G., Kostrzewa J., Parvi R., Warszawa 2016